И. А. КОЗЛОВ



ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНОЕ УСИЛИТЕЛЬНО-КОММУТАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Основана в 1947 году

Выпуск 1025

И. А. КОЗЛОВ

ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНОЕ УСИЛИТЕЛЬНО-КОММУТАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО



МОСКВА «ЭНЕРГИЯ» 1980

ББК 32.846.6
К59
УДК 621.375

Козлов И. А.

К 59 Четырехканальное усилительно-коммутационное устройство. — М.: Энергия, 1980—72 с., с ил. — (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1025).

35 к.

В брошюре приводится описание конструкции четырехканального усилительно-коммутационного устройства, которое может быть использовано в любительском радиокомплексе для получения квадрафонического эффекта звучания, а также разнообразных по звучанию псевдоквадрафонических эффектов от стереофонических и монофонических источников сигнала.

Брошюра рассчитана на широкий круг начинающих радиолюбителей и может использоваться как руководство по конструированию, монтажу и наладке четырехканальных усилительно-коммутационных устройств.

К $\frac{30404\text{-}445}{051(01)\text{-}80}$ 239-80. 2402020000 ББК 32.846.6

6Ф2.1

ПРЕДИСЛОВИЕ

Стремление сохранить и воссоздать звуковую картину музыкальных произведений в домашней обстановке, передать их характерную тембровую окраску привело к бурному развитию высококачественных электронных систем звукозаписи и звуковоспроизведения. Менее чем за десятилетний срок радиоэлектроника и электроакустика прошли путь от монофонических одноканальных систем до четырехканальных квадрафонических, обеспечивающих высокую верность воспроизведения и создающих наибольший эффект «акустической атмосферы» концертного зала по сравнению со всеми предшествующими системами.

Отечественной промышленностью выпускается большое число радиол первого и высшего класса, таких как «Эстония-006», «Мелодия-104», «Виктория-003» и др., стереофонические электропроигрывающие устройства «Корвет», «Вега», «Аккорд», а также высшего класса «Аллегро-002», «Электроника-Б1-01». Имеется большой выбор серийных высококачественных стереофонических магнитофонов, среди которых наибольшей популярностью пользуются магнитофоны «Юпитер» и «Ростов». Усилители низкой частоты широко представлены усилительно-коммутационными стереофоническими устройствами, такими как «Бриг», «Одиссей», а также базовыми моделями «Арктур-001» и «Радиотехника-020».

Стремление к блочно-модульному принципу создания радиокомплексов привело к разработке стереофонического УКВ ЧМ тьюнера «Рондо-101», а также стереофонического высококачественного электропроигрывающего устройства «Вега-106».

Следующим этапом повышения качества звучания является разработка и выпуск комплекса квадрафонической радиоаппаратуры.

В нашей стране разработка и выпуск квадрафонической аппаратуры ведется с учетом снижения потребительской стоимости, поэтому аппаратура создается на базе моделей, хорошо зарекомендовавших себя у потребителя. Ожидается в ближайшее время серийный выпуск квадрафонических электропроигрывателей на базе электрофона «Электроника-Б1», УКВ ЧМ тьюнера «Полонез-квадра» и др. Необходимо указать, что широкое квадрафоническое вещание на УКВ диапазоне и серийный выпуск квадрафонических грампла-

стинок сдерживается в связи с необходимостью утверждения единого стандарта, обеспечивающего совместимость со стереофоническим и монофоническим воспроизведением.

Тем не менее радиолюбители уже сейчас могут заняться конструированием квадрафонической системы звуковоспроизведения, позволяющей на первом этапе воспроизводить монофонические и стереофонические фонограммы в режиме, близком к квадрафоническому. Основным элементом таких квадрафонических радиокомплексов является четырехканальное усилительно-коммутационное устройство, описанию которого посвящена настоящая брошюра.

Ваши отзывы и пожелания просим присылать по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, издательство «Энергия», редакция Массовой радиобиблиотеки.

Автор

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЬНО-КОММУТАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА

Принципы построения некоторых систем звуковоспроизведения. Приступая к созданию четырехканального усилительно-коммутационного устройства, следует хорошо представлять особенности формирования звуковой картины в месте расположения слушателя и ознакомиться с основными принципами построения многоканальных систем звуковоспроизведения. Рассмотрим простейшую модель одноканальной или монофонической системы.

Пусть исполнители (рис. 1) *И1—И3* (или другие источники звука, например, оркестровые инструменты) находятся в студии перед микрофоном *М*, а слушатель *С* располагается в комнате для прослушивания, где установлен громкоговоритель *Г*. Микрофон и громкоговоритель связаны между собой электрически через усилитель низкой частоты *У*. Принципиально электрическая линия связи может быть заменена радиоканалом (комплекс радиопередатчика и радиоприемника) или системой записи—воспроизведения, где в качестве носителей звука используется грампластинка или магнитофонная лента.

При такой одноканальной системе вне зависимости от места расположения исполнителей перед микрофоном слушатель всегда будет воспринимать их голоса как бы исходящими из одной точки — точки установки громкоговорителя. При этом если голоса всех исполнителей имеют одинаковую громкость, то слушатель весьма приблизительно может оценить удаленность каждого исполнителя от микрофона — чем дальше находится исполнитель от микрофона и чем больше угол между рабочей осью микрофона и направлением на источник звука, тем тише будет звучать голос исполнителя в громкоговорителе.

Например, голоса исполнителей *И1* и *И3* будут слышны примерно с одинаковой громкостью, хотя исполнители находятся на разном расстоянии от микрофона. Таким образом, пространственные искажения являются серьезнейшим недостатком монофонической звукопередачи.

Такую одноканальную систему называют системой типа *1-1-1*, где первая цифра обозначает количество микрофонов[1] (или дорожек при записи на магнитофонную ленту), вторая — количество каналов передачи и третья — количество звуковоспроизводящих устройств.

В двухканальной системе (рис. 2) голос исполнителя *И1* будет звучать сильнее в громкоговорителе *Г1* по сравнению с громкоговорителем *Г2* примерно во столько раз, во сколько расстояние *a* от микрофона *М1* до исполнителя *И1* меньше, чем расстояние *b* от

---

[1] Точнее: первая цифра обозначает количество сформированных сигналов на выходе пульта звукорежиссера, так как сигнал может формироваться от нескольких микрофонов.

микрофона *М2*. При этом слушатель *С*, находящийся на одинаковом расстоянии от громкоговорителей *Г1* и *Г2*, будет воспринимать голос исполнителя из точки *А*, расположенной на линии установки громкоговорителей.

Таким образом, в такой двухканальной системе слушатель получает дополнительную информацию о месте расположения исполнителя в основном по линии установки микрофонов (громкоговорителей). В соответствии с принятым условным обозначением данную систему можно классифицировать как систему типа *2-2-2*.

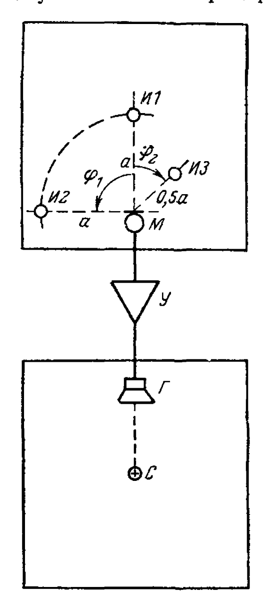


Рис. 1. Формирование звуковой картины в монофонической системе.

И — исполнитель; *М* — микрофон; *У* — усилитель; *Г* — громкоговоритель; *С* — слушатель.

Рис. 2. Формирование звуковой картины в стереофонической системе.

Система типа *2-2-2* реализуется с помощью двухпроводной линии связи, с использованием двух-четырехдорожечного двухканального стереофонического магнитофона или двухканального стереофонического проигрывателя (запись двух каналов на грампластинку осуществляется на одной канавке по системе 45/45).

Стереофоническая радиоаппаратура получила в последние годы большое распространение среди радиослушателей, что объясняется прежде всего тем, что стереофонические системы звучания при использовании аппаратуры, идентичной по классу монофонической, позволяют получить бо́льшую естественность звучания и верность воспроизведения звуковой картины музыкальных и сценических программ.

Дальнейшие работы в области высококачественного звуковоспроизведения привели к созданию четырехканальных систем передачи (*4-4-4*). Принцип построения квадрафонической системы типа *4-4-4* поясняется на рис. 3. Система содержит четыре идентичных канала микрофон—усилитель—громкоговоритель. При расположении исполнителя *И* относительно микрофонов *М1—М4*, показанном на рис. 4 ($a \neq b \neq c \neq d$), слушатель *С* будет слышать голос исполнителя в громкоговорителях *Г1—Г4* с громкостями, приблизительно обратно пропорциональными соотношению $a:b:c:d$, что восприни-

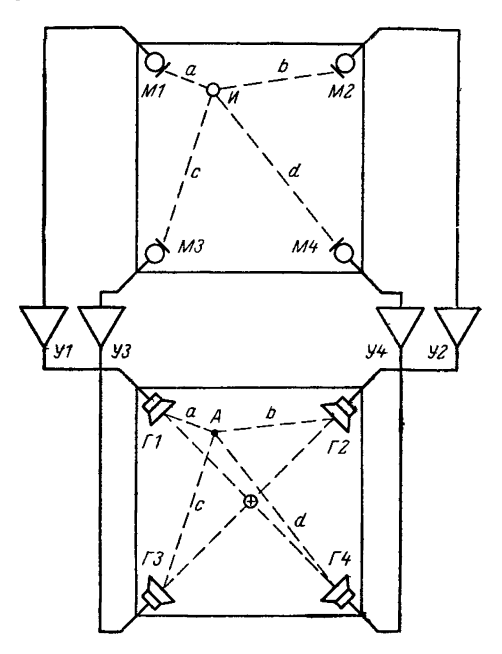


Рис. 3. Формирование звуковой картины в квадрафонической системе.

мается как соответствующее расположение источника звука. Таким образом, в квадрафонической системе достаточно верно воссоздается впечатление ширины и глубины студии или сцены.

Дальнейшим совершенствованием квадрафонической системы звучания является трехкамерная система *5-5-5*. При этом к имеющимся четырем добавляется дополнительный пятый канал — микрофон и громкоговоритель соответственно устанавливаются на потолках студии и комнаты для прослушивания. Однако увеличение стоимости и эксплуатационных неудобств такой системы вряд ли может компенсироваться ощутимым на слух повышением естественности звучания.

Продолжают развиваться и совершенствоваться также более дешевые одноканальные системы, в которых эффект, близкий к стерео-

фоническому, достигается путем частотного преобразования спектра воспроизводимого сигнала. Такие системы называют системами объемного звучания или псевдостереофоническими (*1-1-2*). Структурная схема такой системы представлена на рис. 4. Здесь громкоговорители *Г1* и *Г2* воспроизводят соответственно низкочастотную и высокочастотную составляющие монофонического сигнала от микрофона *М*, выделенные на выходе усилителя *У* с помощью фильтров нижних (ФНЧ) и высших (ФВЧ) частот. Известны более сложные системы,

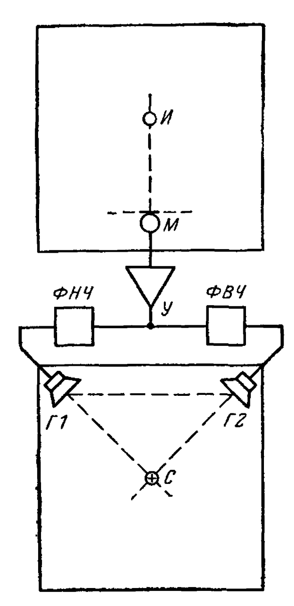


Рис. 4. Формирование звуковой картины в двухканальной псевдостереофонической системе с применением ФНЧ и ФВЧ.

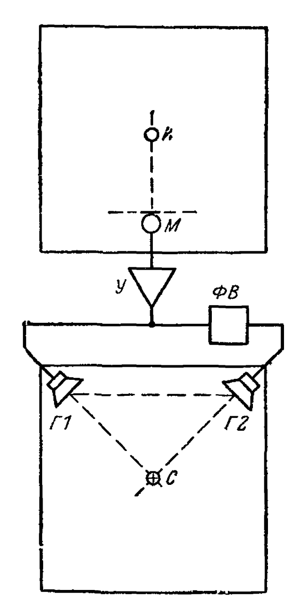


Рис. 5. Формирование звуковой картины в двухканальной псевдостереофонической системе с применением фазовращателя.

позволяющие формировать от трех (*1-1-3*) до пяти (*1-1-5*) частотных полос, воспроизводящихся отдельными громкоговорителями.

В другой аналогичной системе (рис. 5) на оба громкоговорителя подается монофонический сигнал от микрофона *М*, однако громкоговоритель *Г2* излучает высокочастотную составляющую этого сигнала в противофазе. Сдвиг фазы осуществляется в фазовращателе *ФВ* (система *1-1-2*).

Развитие одноканальных систем псевдостереофонического или объемного звучания сказывается положительно на совершенствовании стереофонических систем, особенно в части акустического оформления громкоговорителей. Кроме того, наличие у многих радиолюбителей обширной монофонической фонотеки (грампластинки и магнитные записи) приводит к необходимости использовать ком-

бинированные системы высококачественного звучания, работающие в режиме как стереофонии, так и псевдостереофонии. Очевидно, что и более совершенная квадрафоническая аппаратура должна иметь возможность воспроизводить стереофонические и даже монофонические записи в режиме, близком к псевдоквадрафоническому звучанию (режим совместимости систем типов *1-1-4*, *2-2-4* и *4-4-4*).

Более подробное описание современных систем воспроизведения звука приведено в [1, 2, 3].

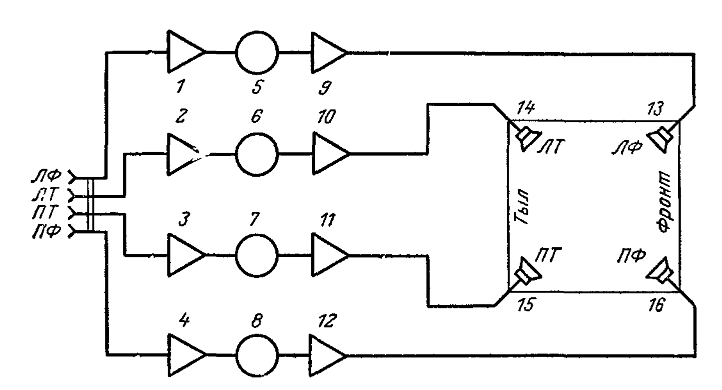


Рис. 6. Структурная схема четырехканального усилителя.

1—4 — предварительные усилители; *5—8* — темброблоки; *9—12* — усилители мощности; *13—16* — громкоговорители.

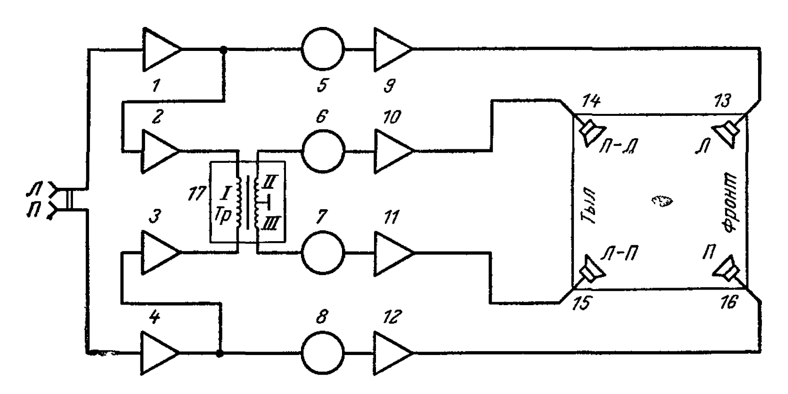


Рис. 7. Структурная схема четырехканального усилителя при подключении стереофонического источника сигналов.

Структурная схема четырехканального усилительно-коммутационного устройства. Она (рис. 6) состоит из четырех идентичных каналов — левого фронтального *ЛФ*, левого тылового *ЛТ*, правого тылового *ПТ* и правого фронтального *ПФ*, каждый из которых содержит блок предварительного усилителя (блоки *1—4*), темброблок

(блоки 5—8), блок усилителя мощности (блоки 9—12) и громкоговоритель (13—16). Если в качестве источника звуковых сигналов используется стереофоническая запись на грампластинке или магнитофонной ленте, то сигналы правого *П* и левого *Л* стереоканалов (рис. 7) соответственно проходят через предварительные усилители *1* и *4*, темброблоки *5* и *8*, усилители мощности *9* и *12* и поступают на фронтальные громкоговорители *13* и *16*. Одновременно сигналы правого и левого стереоканалов после предварительных усилителей *1* и *4* поступают на предварительные тыловые усилители *2* и *3*,

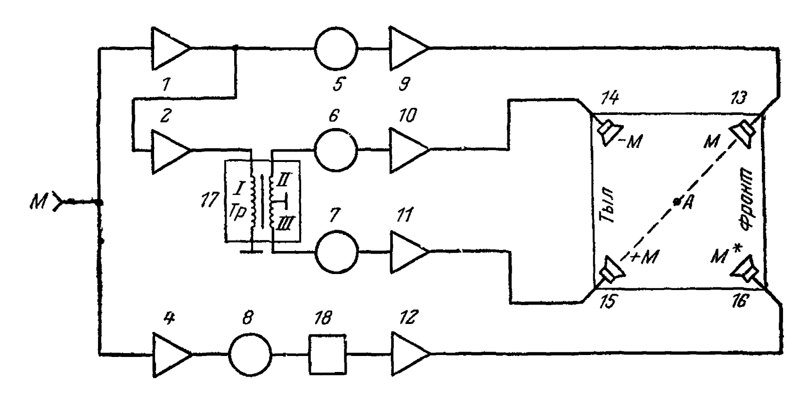


Рис. 8. Структурная схема четырехканального усилителя с блоком фазовращателя при подключении монофонического источника сигнала.

играющие в данном случае роль согласующих, и далее в блок суммирования *17*, выполненный на трансформаторе *Тр* (обмотка *I*).

С обмоток *II* и *III* трансформатора *Тр* соответственно снимаются разностные противофазные сигналы левого и правого стереоканалов (*П—Л*, *Л—П*), которые затем поступают на темброблоки *6* и *7*, усилители мощности *10* и *11*, потом на тыловые громкоговорители *14* и *15*.

Таким образом, у слушателя будет воспроизводиться пространственная картина музыкального или сценического произведения, глубина которой зависит от соотношения громкостей сигналов фронтальных и тыловых каналов. Эксперименты показывают, что ощутимый квадрафонический эффект в такой системе формирования тыловых сигналов может быть получен только при использовании фонограмм с хорошим разделением стереоканалов.

Если в качестве источника звуковых сигналов используется монофоническая запись, то моносигнал *М* (рис. 8) через систему усилителей *1*, *9* и темброблок *5* поступает на фронтальный громкоговоритель *13*. На другой фронтальный громкоговоритель *16* подается аналогичный сигнал, фаза которого на частотах выше некоторой граничной частоты достигает 180°. Изменение фазы сигнала на 180° осуществляется в блоке фазовращателя *18*. Таким образом, по фронту формируется псевдостереофоническая звуковая картина, аналогичная получаемой в одноканальной системе, приведенной на рис. 5. Тыловые же громкоговорители *14* и *15* воспроизводят противофаз-

ные сигналы $+M$ и $-M$, полученные соответственно, на обмотках *II* и *III* трансформатора *Тр* блока суммирования *17*.

Характерно, что при такой системе псевдоквадрафонический эффект ощущается в перемещении звукового образа в определенном направлении в зависимости от частоты воспроизводимого сигнала. Начальное положение звукового образа (например, голос солиста) устанавливается соответствующими регуляторами громкости.

Интересный эффект, близкий к псевдоквадрафоническому, наблюдается при использовании монофонического сигнала, если исклю-

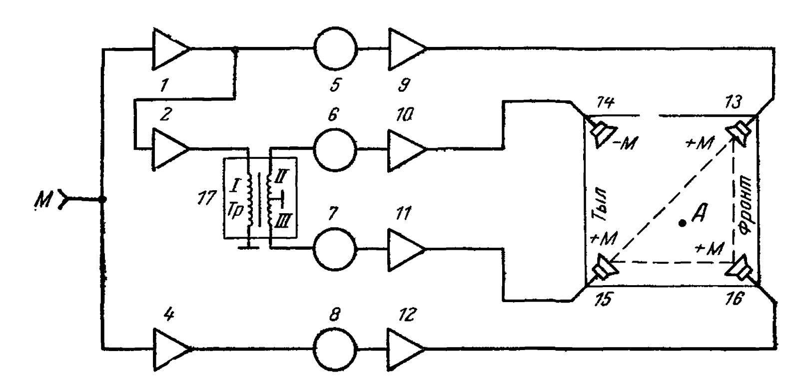


Рис. 9. Структурная схема четырехканального усилителя без блока фазовращателя при подключении источника монофонического сигнала.

чить из предыдущей схемы блок фазовращателя (рис. 9). Здесь положение звукового образа (точка *А*), находящегося в плоскости треугольника, образованного громкоговорителями *13*, *15*, *16*, воспроизводящими одинаковые по фазе и частоте сигналы $+M$, зависит также от положения регулятора баланса по фронту. При этом характерным является перемещение точки *А* только по прямой, соединяющей ее начальное положение с точкой установки громкоговорителя *14*, воспроизводящего сигнал $-M$.

Рассмотренные выше структурные схемы положены в основу универсального четырехканального усилительно-коммутационного устройства, конструкция которого описана далее.

Наиболее простым, с точки зрения технической реализации, источником квадрафонического сигнала по системе *4-4-4* является четырехканальный магнитофон, рассчитанный на четырех- или восьмидорожечную запись. Четырехканальный магнитофон можно изготовить в любительских условиях из стереофонического путем добавления еще одного стереотракта для записи и воспроизведения тыловых каналов и замены двухсекционных универсальных и стирающих головок на четырехсекционные.

Если возникают трудности в изготовлении или приобретении четырехсекционных головок, то можно использовать две стандартные стереофонические головки, установив их на разных уровнях для обеспечения четырехдорожечной записи. Однако в этом случае фрон-

тальные и тыловые фонограммы будут сдвинуты во времени (время сдвига зависит от расстояния между головками и скорости движения магнитной ленты), что исключает возможность воспроизведения квадрафонических записей на других любительских или промышленных магнитофонах.

В четырехканальном магнитофоне легко реализуется принцип совместимости квадрафонических, стереофонических и монофонических программ путем изменения коммутации усилительных каналов с помощью кнопочного переключателя. При работе в стереофоническом режиме четырехканальный магнитофон обеспечивает двухдорожечную запись, а при монофоническом — четырехдорожечную.

Для переделки в квадрафонические пригодны практически все промышленные стереофонические магнитофоны. Однако, если учесть, что наибольший эффект при прослушивании квадрафонических фонограмм обеспечивают высококачественные конструкции, можно рекомендовать радиолюбителям для переделки использовать отечественные катушечные стереофонические магнитофоны серий «Юпитер», «Ростов», «Комета», «Маяк» и др.

Доработку до квадрафонических кассетных магнитофонов серий «Вильма» и «Тоника» вряд ли можно признать целесообразным. Последнее объясняется тем, что увеличение числа записываемых дорожек ведет к уменьшению их ширины, что весьма существенно сказывается на соотношении сигнал/шум.

В настоящее время квадрафоническая грамзапись не может быть реализована из-за отсутствия соответствующих звукоснимателей. Поэтому, имея электрофон, можно осуществить только псевдоквадрафоническую систему воспроизведения.

Значительные технические трудности возникают при передаче квадрафонических программ на УКВ диапазоне. Одним из способов формирования квадрафонического сигнала является использование двух независимых стереопередатчиков и соответственно радиоприемников, однако этот способ неэкономичен. Более перспективным является система с одним передатчиком, в которой два канала передаются, как при обычной стереофонии (фронтальные составляющие квадрасигнала), а два других — на дополнительных поднесущих частотах (тыловые составляющие квадрасигнала). При такой системе кодирования может использоваться обычный стереофонический УКВ ЧМ радиоприемник (имеющий стереодекодер), который дооборудуется дополнительным декодером тыловых каналов (квадрадекодер). В этом отношении наиболее перспективным для квадрафонического радикомплекса является использование УКВ тьюнера «Рондо-101», выпускаемого отечественной промышленностью серийно.

Краткая техническая характеристика усилителя. Четырехканальный усилитель низкой частоты может использоваться в радиокомплексе и выполнять одновременно функции коммутационного устройства. Усилитель дает возможность прослушивать стереофонические программы в псевдоквадрафоническом режиме, что достигается подачей на тыловые громкоговорители противофазных разностных сигналов двух стереоканалов. Обычные монофонические программы преобразуются в псевдостереофонические путем подачи на один из фронтальных громкоговорителей сигналов, сдвинутых по фазе на 180° выше некоторой граничной частоты (3,5 или 7,5 кГц), и далее в псевдоквадрафонические за счет противофазного включения тыловых громкоговорителей.

Входное устройство усилителя рассчитано на подключение тью-

нера на базе всеволнового АМ/ЧМ радиоприемника «Рига-103», стереофонического электропроигрывающего устройства (ЭПУ) со встроенным предусилителем-корректором на базе панели фирмы «Тесла» типа МС-13 с пьезоэлектрической головкой, двухмоторной кассетной магнитофонной приставки на базе магнитофона «Вильма-202-стерео» и четырехканального магнитофона.

В комплекс усилителя входит стереодекодер для приема стереофонических программ в УКВ диапазоне, а также радиоприемник с фиксированной настройкой на шесть радиовещательных станций в диапазонах длинных и средних волн.

Номинальная выходная мощность фронтальных оконечных усилителей 3, тыловых усилителей в режиме псевдоквадрафонии 2, в режиме квадрафонии 3 Вт. Максимальная выходная мощность соответственно 6,4 и 6 Вт. Полоса рабочих частот по всем четырем каналам 40—16 000 Гц.

Коэффициент гармоник на частоте 1000 Гц при номинальной мощности не более 0,8%. Рассогласование частотных характеристик по каналам не более 1 дБ, переходное затухание между каналами 40—45 дБ.

Чувствительность усилителя со входа внешнего радиоприемника 10, со входа звукоснимателя 200, со входа магнитофонной приставки 250, с четырехканального входа 100 мВ. Регулировка тембра по низшим и высшим звуковым частотам раздельная по фронту и тылу. Глубина регулировки на краях диапазона не менее ±10 дБ. Регулировка громкости и баланса по фронту и тылу в режиме квадрафонии также раздельная. В псевдоквадрафоническом режиме регулятор громкости по фронту общий для всех четырех каналов, а регулятор громкости тыловых каналов выполняет функцию регулятора баланса фронт — тыл. Диапазон регулировки громкости составляет 55 дБ. Входное сопротивление усилителя с четырехканального входа около 150 кОм. Уровень шума с четырехканального входа 65 дБ. Максимальная потребляемая мощность усилителя не более 60 Вт.

Особенностями усилителя являются коммутация магнитофонной приставки, при которой для прослушивания только что записанной фонограммы достаточно переключить магнитофон с записи на воспроизведение без дополнительной коммутации входных цепей четырехканального усилителя, а также возможность выполнения слухового контроля режима записи (тракта магнитофона) в системе квадрафонического звучания.

Функциональная схема четырехканального усилительно-коммутационного устройства. Она приведена на рис. 10. Переключателем *В1* к усилителю могут подключаться встроенный радиоприемник с фиксированной настройкой *1* или внешние источники сигналов: всеволновый тьюнер (*Ш1*), стереофоническое ЭПУ (*Ш2*), магнитофонная приставка (*Ш3* и *Ш4*) и четырехканальный магнитофон (*Ш5*). Индикация включения соответствующих устройств осуществляется лампами *Л1*—*Л4*, *Л13*. Элементы входных цепей *C1*—*C5*, *R1*—*R5*, *R36*—*R39* служат для коррекции амплитудно-частотных характеристик сигналов с соответствующих входов.

Переключателем *В2* источники сигналов подключаются непосредственно ко входу магнитофонной приставки *Ш4*, а усилитель — к его линейному выходу *Ш3*. Таким образом, электрический тракт магнитофона становится связующим элементом между источниками сигналов и четырехканальным усилителем. Это дает возможность

при записи на магнитофон вести эффективный слуховой контроль в режиме квадрафонического звучания. Для коррекции частотной характеристики усилителя в режиме записи служат цепи *R6*, *C6*, *R7*, *C7*, обеспечивающие завал частотной характеристики на частоте 9,5 кГц, на которой электрический тракт магнитофона (в режиме записи) имеет соответствующий подъем. Индикация режима записи осуществляется лампой *Л8*.

Если теперь, не изменяя положения переключателя *В2*, магнитофонную приставку переключить с режима записи на режим воспроизведения, предварительно перемотав записанный участок магнитной ленты, можно осуществить контроль только что записанной

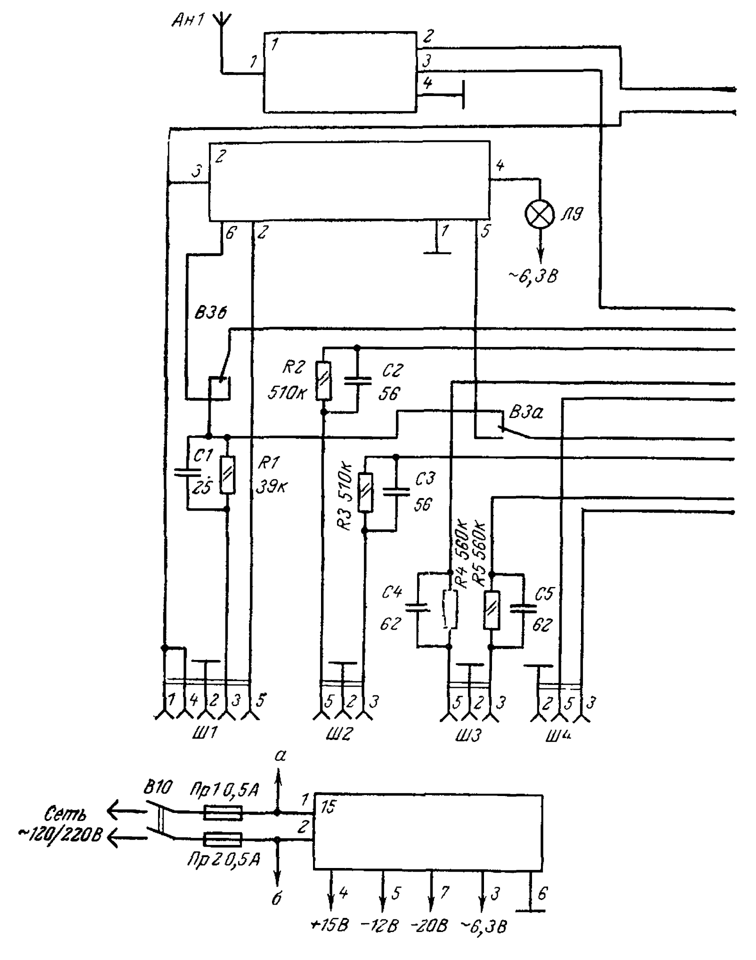
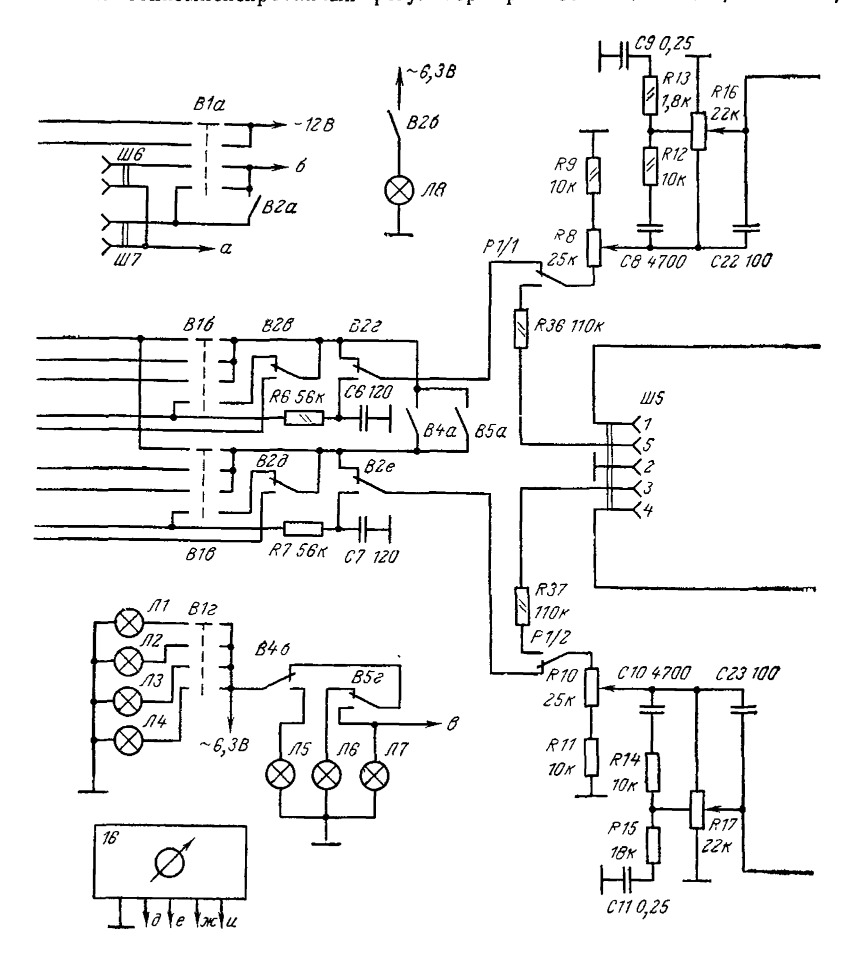


Рис. 10. Функциональная схема четырехканального усилительно-ком-

фонограммы. При этом запись будет воспроизводиться с некоторым завалом частотной характеристики на частоте 9,5 кГц в силу действия элементов коррекции *R6*, *С6*, *R7*, *С7*. Для нормального воспроизведения фонограммы переключатель *В2* необходимо установить в верхнее по схеме положение, а *В1* — в положение воспроизведения с магнитофонной приставки (вход *Ш3*). При этом загорится сигнальная лампа *Л4*, а *Л8* погаснет.

При замкнутых контактах *В3а* и *В3б* (режим «Стерео» по фронту) сигналы левого *Л* и правого *П* каналов через контакты *В1б*, *В1в* и *В2г*, *В2е*, регулятор баланса фронтальных каналов *R8*—*R11* и тонкомпенсированный регулятор громкости *R*12—*R*17, *С*8—*С*11,



мутационного устройства.

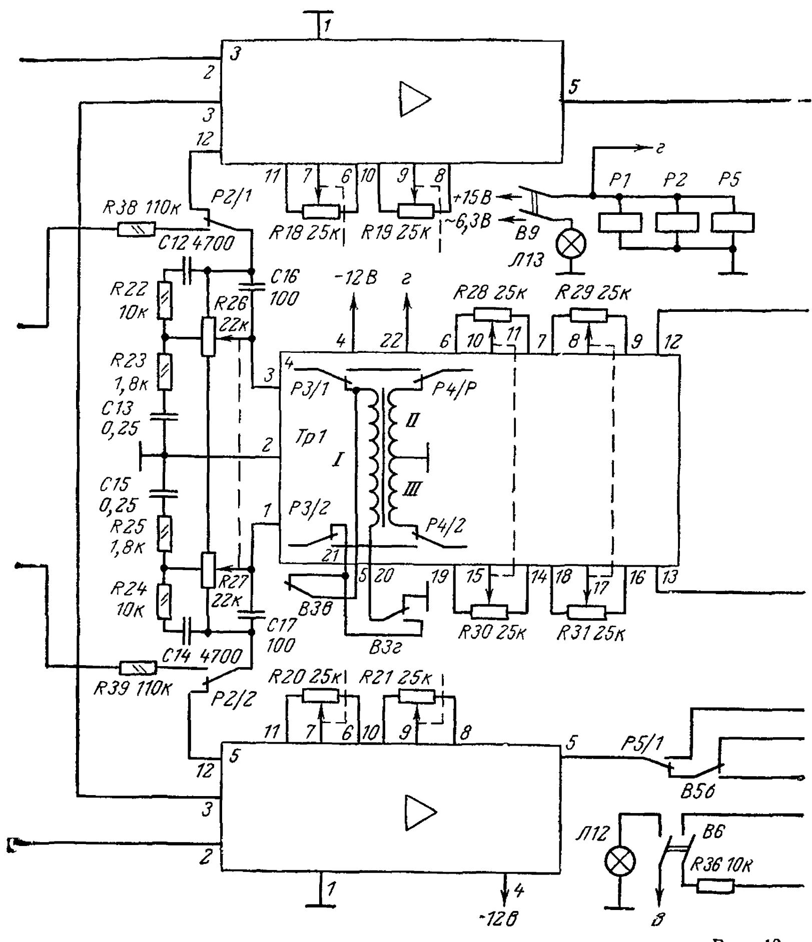
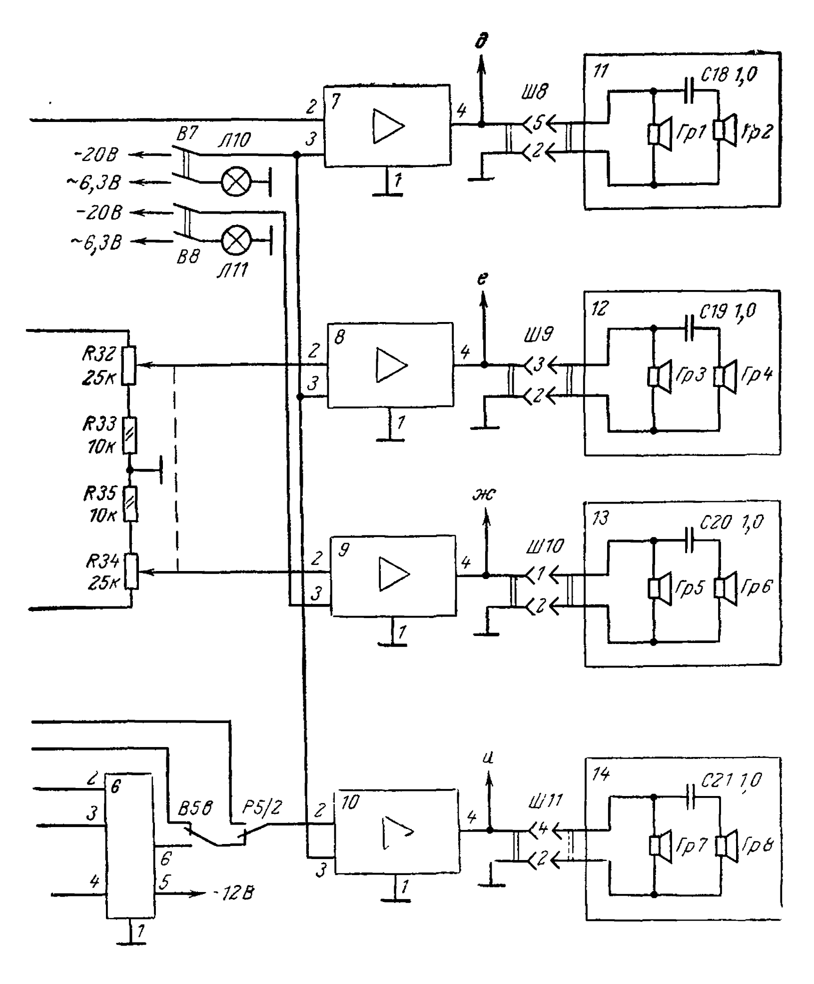


Рис. 10.

С22, *С23* проходят соответственно на входы фронтальных предварительных усилителей (блоки *3*, *5*). Регулировка тембра сигналов фронтальных каналов производится по высшим звуковым частотам спаренными переменными резисторами *R18*, *R20*, а по низшим — *R19*, *R21*. Далее сигналы поступают на усилители мощности правого фронтального канала *7* и левого *10* через контакты *В5б* и *В5в*.

С вывода *12* схемы предварительных фронтальных усилителей через тонкомпенсированный регулятор громкости тыловых каналов *R22—R27*, *С12—С17* и предварительный двухканальный усилитель *4*, сигналы *П* и *Л* поступают на первичную обмотку трансформатора *Тр1*. Со вторичных обмоток *II* и *III* трансформатора снимаются разностные противофазные сигналы *П—Л* и *Л—П* и через регулятор баланса *R32—R35* подаются на усилители мощности правого *8* и



левого *9* тыловых каналов. Регулировка тембра сигналов тыловых каналов осуществляется по высшим звуковым частотам резисторами *R28*, *R30*, а по низшим — резисторами *R29*, *R31*. Каждый усилитель мощности фронтальных и тыловых каналов нагружен на самостоятельный громкоговоритель (*11—14*).

В нижнем положении контактов переключателя *В5* (режим «Псевдостерео» по фронту) сигнал левого фронтального канала поступает на фазовращатель *6*, а затем уже на усилитель мощности *10*. В фазовращателе на частотах выше 7,5 кГц фаза сигнала плавно приближается к 180°.

Граничную частоту фазовращателя можно уменьшить до 3,5 кГц, замкнув контакты переключателя *В6*. Сигнализация о смене граничной частоты фазовращателя осуществляется лампой *Л12*.

В режиме «Псевдостерео» по фронту выходы обоих каналов усилителя *4* контактами *В3в* подключаются к верхнему по схеме выводу обмотки *I* трансформатора *Тр1*. При этом нижний вывод обмотки трансформатора через контакты *В3г* соединяется с общим проводом. При такой схеме включения трансформатора положение регулятора баланса фронтальных каналов не оказывает влияния на работу усилителей мощности тыловых каналов.

В режиме «Моно» по фронту отключается блок фазовращателя *6* переключателем *В5*. Сигнализация режимов «Моно», «Псевдостерео» и «Стерео» по фронту осуществляется соответственно лампами *Л5*, *Л6* и *Л7*.

Характерной особенностью принятой в усилителе коммутации блоков является то, что положение регуляторов тембра фронтальных каналов не оказывает влияния на тембровую окраску звука, формируемую регуляторами тембра тыловых каналов. Благодаря этому появляется возможнсть в широких пределах изменять звуковую картину при прослушивании монофонических и стереофонических программ в псевдоквадрафоническом режиме. Вместе с тем при прослушивании квадрафонических фонограмм раздельная регулировка тембра по фронту и тылу может привести к существенному искажению подлинной звуковой картины. Наиболее простым выходом из этого положения является нанесение на лицевую панель усилителя специальных меток, по которым производится установка регуляторов тембра.

Эту же задачу можно решить и электрическим путем, использовав для регуляторов тембра по фронту счетверенные переменные резисторы, два из которых в режиме квадрафонии включаются вместо переменных резисторов *R28—R31* с помощью контактов дополнительных реле.

Обмотки дополнительных реле подключаются к точке *г* функциональной схемы усилителя (рис. 10). Спаривать регуляторы громкости или баланса по фронту и тылу не представляется целесообразным, так как в этом случае исключается возможность создания некоторых квадрафонических эффектов (например, эффекта присутствия).

С помощью переключателей *В7* и *В8* фронтальные и тыловые усилители мощности могут попарно отключаться, что необходимо для предварительной настройки квадрафонической системы. Сигнализация включения усилителей производится соответственно лампами *Л10* и *Л11*.

Для выделения стереофонического сигнала при приеме на УКВ диапазоне усилительно-коммутационное устройство комплектуется блоком стереодекодера *2*, который подключается контактами *В3а* и *В3б*. Лампа *Л9* сигнализирует о настройке радиоприемника на станцию, ведущую стереофоническую передачу.

Квадрафонический режим обеспечивается в усилителе переключателем *В9*. При этом контакты реле *Р1* и *Р2* раздельно подключают входы фронтальных и тыловых усилительных каналов к разъему *Ш5*, а контакты реле *Р3* и *Р4* (см. рис. 12) отключают трансформатор *Тр1* блока *4*, превращая последний в двухканальный усилитель с амплитудно-частотной характеристикой, аналогичной амплитудно-частотной характеристике предварительного усилителя фронтального канала. Контакты реле *Р5* исключают из работы блок фазовращателя *6*. Сигнализация режима «Квадра» производится лампой *Л13*.

Блок питания *15* служит для получения стабилизированных напряжений —12 В и —20 В. Сигнальные лампы *Л1—Л13* питаются переменным напряжением 6,3 В. С точек *а* и *б* (рис. 10) через контакты *В1а* напряжение сети подается на электропроигрывающее устройство и магнитофонную приставку. Постоянное напряжение +15 В используется для управления реле *Р1—Р5*.

Сигналы с фронтальных и тыловых усилителей мощности поступают на блок *16*, в котором осуществляется контроль баланса громкости по каналам.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЛОКИ ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЬНО-КОММУТАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА

Предварительный фронтальный усилитель. Принципиальная схема предварительного усилителя фронтального канала приведена на рис. 11. Первый каскад усилителя выполнен на транзисторе *Т1* по схеме эмиттерного повторителя и имеет большое входное сопротивление. Это необходимо для сохранения обратнологарифмической зависимости сопротивления регулятора громкости от угла поворота его оси.

Второй каскад усилителя на транзисторе *Т2* — усилительный. Усиленный сигнал с коллектора транзистора *Т2* через конденсатор *С5* подается на базу транзистора *Т3*, включенного, так же как и транзистор *Т1*, по схеме эмиттерного повторителя. Резистор *R11* обеспечивает температурную стабилизацию каскадов на транзисторах *Т2* и *Т3*.

Нагрузкой транзистора *Т3* является цепь *R14—R18* и *С9—С12*, которая совместно с переменными резисторами *R18* и *R19* (см. схему на рис. 10) или *R20* и *R21* (для другого канала) образует частотно-зависимые делители, с помощью которых осуществляется регулировка тембра по низшим и высшим частотам рабочего диапазона.

Напряжение питания транзисторов предварительного усилителя дополнительно стабилизировано параметрическим стабилизатором, собранным на элементах *R19*, *Д1* (см. рис. 10). Напряжение питания — 12 В подводится к точке *4* схемы усилителя левого фронтального канала, а с точки *3* снимается стабилизированное напряжение питания на усилитель правого фронтального канала. Поэтому в блоке *3* (рис. 11) отсутствуют резистор *R19* и стабилитрон *Д1*.

Наладка каждого блока предварительного усилителя сводится к установке заданных напряжений на электродах транзистора *Т1* подбором сопротивления резистора *R1*, а на электродах транзисторов *Т2*, *Т3* — с помощью резистора *R8*.

Предварительный тыловой усилитель. Блок предварительного усилителя тыловых каналов (рис. 12) состоит из двух идентичных двухкаскадных усилителей на транзисторах *Т1Т3* и *Т2Т4*, нагруженных на первичную обмотку трансформатора *Тр1*. Ко вторичным обмоткам трансформатора *II* и *III* подключены цепи *R15—R24* и *С11—С18*, которые совместно с переменными резисторами *R28—R31* (см. рис. 10) образуют частотно-зависимые делители, служащие для регулировки тембра сигналов по тыловым каналам. Коммутация каналов усилителя в режимах «Стерео» и «Квадра» производится контактами реле *Р3* и *Р4*.

Предварительная наладка усилителя сводится к установке заданных напряжений на электродах транзисторов *Т1—Т4* путем под-

бора сопротивлений резисторов *R3*, *R4*, *R7* и *R8*. Затем устанавливается равенство коэффициентов усиления по обоим каналам соответствующей подстройкой резисторами *R3*, *R4*.

В правильно отрегулированном усилителе при подаче сигналов от звукового генератора амплитудой 100 мВ одновременно на два входа на обмотках *II* и *III* трансформатора *Tp1* будет выделяться разностный сигнал амплитудой не более 2—3 мВ.

Фронтальный усилитель мощности. Блоки усилителей мощности фронтальных каналов (рис. 13) выполнены по бестрансформаторной

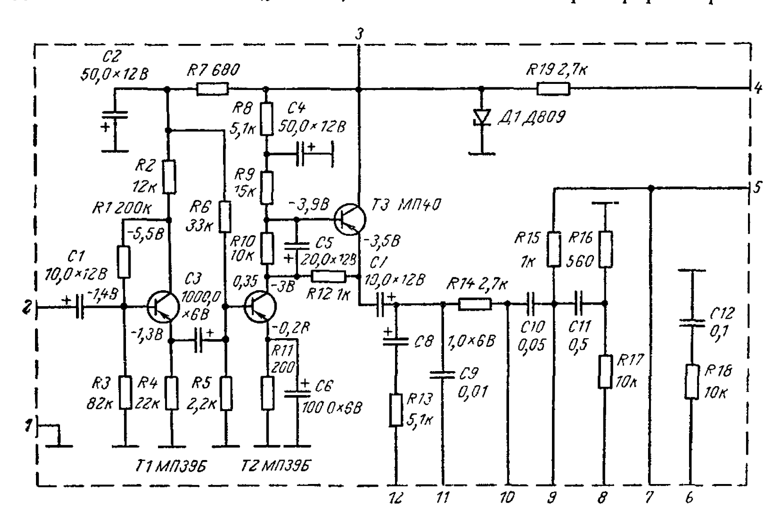
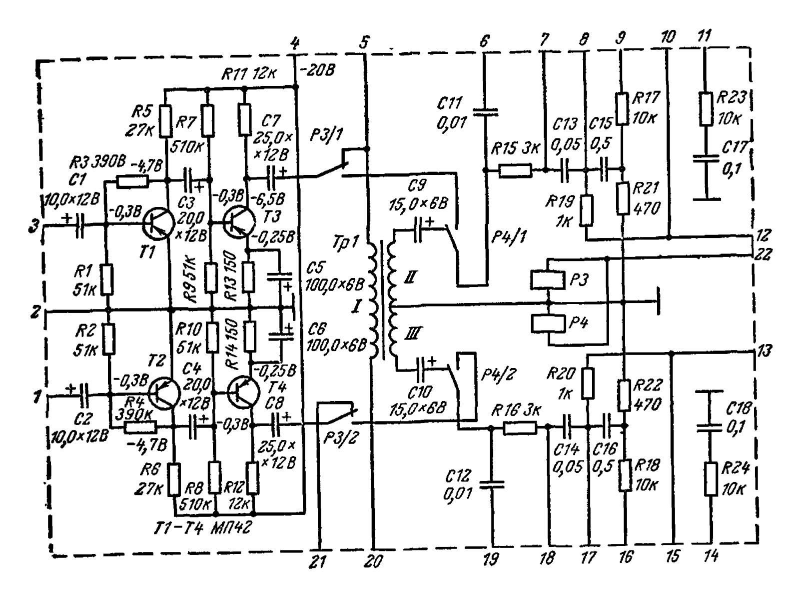
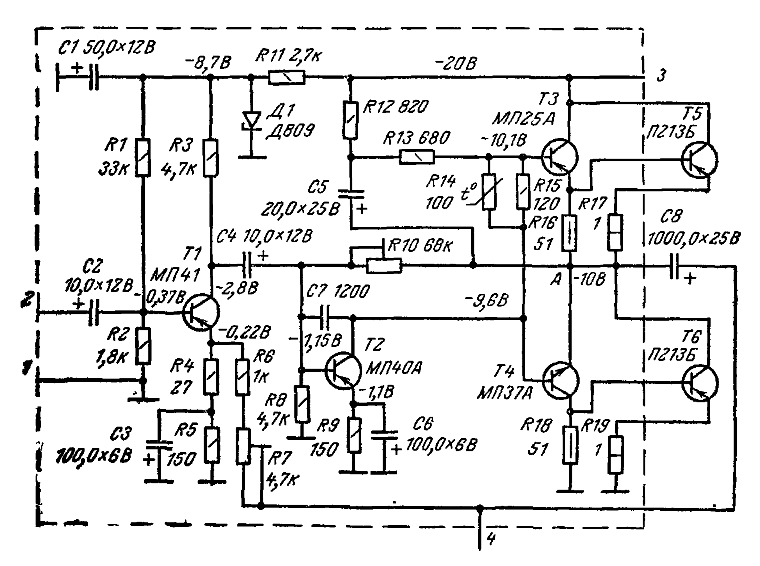


Рис. 11. Принципиальная схема предварительного усилителя фронтального канала.

схеме. Связь между первым и вторым каскадом емкостная (через конденсатор *C4*), между последующими каскадами — непосредственная. Двухтактный выходной каскад, работающий в режиме В, собран на транзисторах П213Б, а фазоинверсный каскад — на транзисторах разной структуры (*T3* — *p-n-p*, *T4* — *n-p-n*). Транзистор *T3* усиливает отрицательную, а транзистор *T4* — положительную полуволны напряжения звуковой частоты. Напряжение смещения оконечного каскада снимается с терморезистора *R14*, имеющего отрицательный температурный коэффициент. Резистор *R15* служит для установки начального смещения оконечных транзисторов Конденсатор *C7* препятствует самовозбуждению усилителя на высоких частотах. Конденсатор *C6* устраняет отрицательную обратную связь через резистор *R9*, снижающую усиление каскада на транзисторе *T2* Напряжение питания этого каскада стабилизировано подключением делителя *R8R10* к точке *A* схемы.

Для уменьшения нелинейных искажений весь усилитель охвачен отрицательной обратной связью, поступающей с точки *A* через резисторы *R6* и *R7* на эмиттер транзистора *T1*. Глубина обратной связи устанавливается переменным резистором *R7*. Проволочные ре-


Рис. 12. Принципиальная схема предварительных усилителей тыловых каналов.


Рис. 13. Принципиальная схема усилителя мощности фронтального канала.

зисторы *R17* и *R19* в цепях эмиттеров выходных транзисторов *T5* и *T6* служат для уменьшения нелинейных искажений сигнала в режиме максимальной выходной мощности, а также для защиты оконечных каскадов от перегрузок усилителя по входу.

Наладка усилителя мощности сводится к установке заданных напряжений на электродах транзисторов, а также выбору глубины отрицательной обратной связи с помощью переменного резистора *R7*, обеспечивающей минимальные искажения сигнала в режиме номинальной выходной мощности. Статическая симметрия выходного каскада по напряжению осуществляется переменным резистором *R10*.

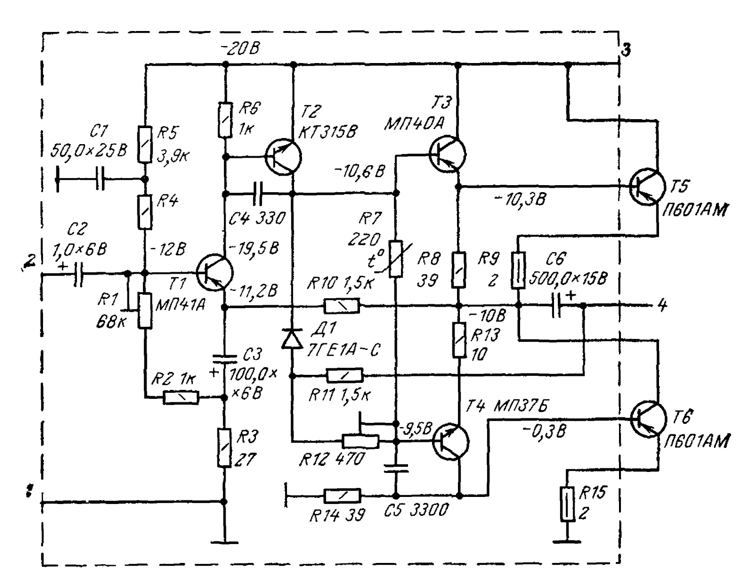


Рис. 14. Принципиальная схема усилителя мощности тылового канала.

Тыловой усилитель мощности. По аналогичной схеме выполнен и усилитель мощности тыловых каналов (рис. 14). Отличие состоит лишь в том, что второй усилительный каскад собран по схеме с непосредственной связью на транзисторе *T2* обратной структуры.

В данной схеме статическая симметрия выходного каскада усилителя по напряжению осуществляется регулировкой переменного резистора *R12*, а рабочая точка транзистора *T1* устанавливается регулировкой переменного резистора *R1*. При наладке усилителя необходимо также подобрать сопротивление резистора *R10*, при котором искажения звукового сигнала минимальны.

Фазовращатель. Блок фазовращателя (рис. 15) выполнен на трех транзисторах. На транзисторе *T2* собран фазоинверсный каскад, в котором фазосдвигающими элементами являются резистор *R6* и конденсатор *C2*. Для изменения фазы сигнала от 0 до 180°, а также для увеличения коэффициента передачи этого каскада необходи-

мо обеспечить малое выходное сопротивление предыдущего и высокое входное сопротивление последующего каскада. Это достигается в буферных каскадах, собранных на транзисторах *Т1* и *Т3*. При крайнем правом по схеме положении движка переменного резистора *R6* сигналы на входе и выходе блока синфазны на частотах 30—6500 Гц и противофазны на частотах свыше 7500 Гц. Частотный диапазон, в котором происходит фазовращение, может быть изменен с помощью переменного резистора *R6* и подбором емкости конденсатора *С2*.

Режимы работы каскадов с непосредственной связью на транзисторах *Т1* и *Т2* устанавливаются подбором сопротивления резисто-

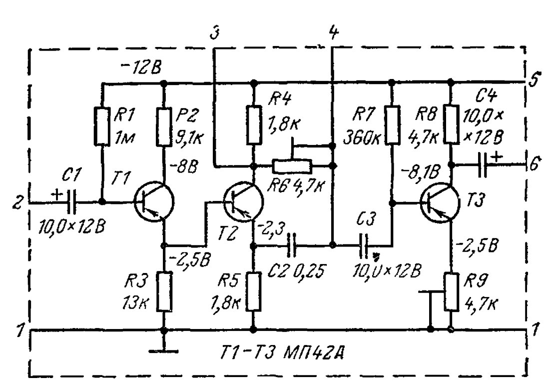


Рис. 15. Принципиальная схема фазовращателя.

ра *R1*. Переменным резистором *R9* устанавливается равенство усиления левого и правого фронтальных каналов усилителя на частоте 1000 Гц (см. рис. 8).

Стереодекодер. Блок стереодекодера (рис. 16) включает устройство разделения стереоканалов, собранное на транзисторах *Т1* и *Т2*, и электронное реле на транзисторах *Т3—Т5*, служащее для индикации стереосигнала. Каскад на транзисторе *Т1* выполняет функцию восстановления поднесущей частоты комплексного стереосигнала. Уровень сигнала восстановленной поднесущей регулируется резистором *R6* и должен составлять 14 дБ. Надтональная составляющая стереосигнала выделяется контуром *L2C6R13*, включенным в цепь коллектора транзистора *Т2*. Для получения необходимого разделения каналов результирующая добротность этого контура на частоте 31,25 кГц равна 5. Выделенная контуром надтональная составляющая поступает на катушку связи *L3*, а затем на диодный мост *Д1—Д4*, на выходе которого выделяется разность сигналов *А—В*. Далее разностный сигнал поступает на резисторный мост *R14—R21*, в другую диагональ которого подается суммарный сигнал *А+В* с коллектора транзистора *Т1*. В результате их сложения и вычитания на одном выходе стереодекодера выделяется сигнал канала *А*, а на другом — канала *В*. Переменные резисторы *R14* и *R15* служат для регулировки переходных затуханий между каналами.

Наладка стереодекодера сводится к установке заданных напряжений на электродах транзисторов и настройке контуров в резонанс при подаче на вход немодулированного сигнала от генератора

стандартных сигналов, в качестве которого может быть использован прибор ГСС-6.

При отсутствии генератора для настройки контуров можно использовать паузы в передаче стереофонической программы, подключив к стереодекодеру УКВ радиоприемник. Для этого осциллограф подключается к коллектору транзистора *Т2*. Контуры в резонанс настраиваются по максимуму амплитуды на экране осциллографа. Стереодекодер можно настроить и без специальных приборов непосредственно при приеме стереопрограмм на УКВ диапазоне. Для этого последовательно с диодом *Д6* (в точке разрыва цепи со сторо-

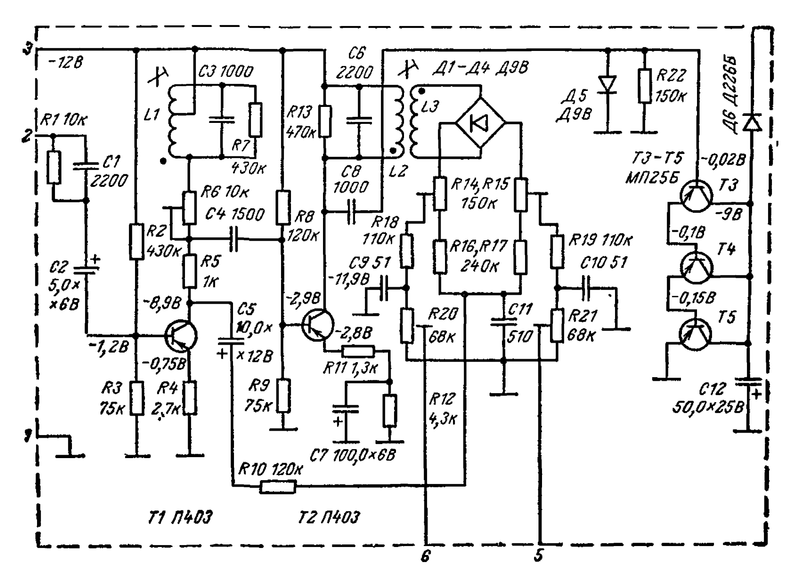


Рис. 16. Принципиальная схема стереодекодера.

ны отрицательного электрода) включается миллиамперметр, например авометр Ц435. Во время передачи стереосигнала (временно выпаивают резисторы *R7* и *R13* и замыкают накоротко конденсатор *С11*) настраивают контуры *L1C3* и *L2C6* в резонанс вращением сердечников по максимальному (15—20 мА) отклонению стрелки прибора. При этом следят, чтобы прослушиваемая программа (лучше музыкальная) шла с минимальными искажениями. Далее восстанавливают цепь *R7*, *R13*, *С11*, подключают прибор Ц435 (шкала ~2,5 В) к громкоговорителю левого фронтального канала и, вращая движок переменного резистора *R15*, добиваются минимального отклонения стрелки прибора при появлении сигналов в правом канале (для этого удобно использовать тестпрограмму «игры в пинг-понг», с которой начинаются стереофонические передачи в УКВ диапазоне). Аналогично настраивают правый канал регулировкой резистора *R14*.

Если в электронное реле блока стереодекодера ввести электромагнитное реле *Р1* (рис. 17), а его группы переключающих контак-

тов подключить вместо контактов *В3а* и *В3б* (см. рис. 10), то можно осуществлять автоматическое переключение режимов «Моно» и «Стерео» при приеме радиостанций на УКВ диапазоне. Усилитель при этом должен быть скоммутирован соответствующими переключателями в режим «Стерео».

В стереодекодере используется электромагнитное реле с током срабатывания 8—10 мА. Можно применить также реле РЭС-9 (паспорт РС4524.200), увеличив его чувствительность путем ослабления возвратной пружины.

При большом уровне импульсных помех в месте радиоприема возможны ложные переключения с «Моно» на «Стерео». Чтобы исключить это нежелательное явление, необходимо повысить инерционность электронного реле за счет включения дополнительного конденсатора между верхним по схеме выводом обмотки реле *Р1* и общим проводом. Емкость конденсатора подбирается экспериментально (рабочее напряжение конденсатора 10—15 В).

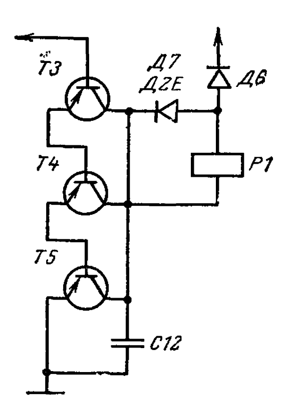


Рис. 17. Возможная схема индикации стереопрограммы.

Реле *Р1* монтируется около переключателя *В3*, чтобы обеспечить наиболее короткие соединения электрической схемы усилителя. Соединение выводов обмотки реле с платой стереодекодера осуществляется монтажным гибким проводом, свитым в жгут. Сигнализирующая лампа *Л9* из схемы исключается. При необходимости сигнализации используют лампу 6,3 В×0,2 А, включаемую в цепь ~6,3 В через нормально разомкнутые контакты реле *Р1*.

Радиоприемник с фиксированной настройкой. Принципиальная схема радиоприемника с фиксированной настройкой приведена на рис. 18.

Транзистор *Т1* работает в резисторно-дроссельном каскаде высокой частоты. Усиленный высокочастотный сигнал подается через контакты переключателя *В1* на один из контуров. Связь с последующими каскадами индуктивная.

Второй каскад на транзисторах *Т1*, *Т3* представляет собой каскодный усилитель, обладающий большим коэффициентом передачи. Нагрузкой этого каскада является детектор низкочастотного сигнала, выполненный по схеме удвоения напряжений (диоды *Д1*, *Д2* и элементы *С16*, *R11—R13*).

Наладка блока сводится к установке максимального усиления каскада на транзисторах *Т2*, *Т3* с помощью резистора *R6*. Вращением роторов подстроечных конденсаторов *С5—С10* контуры настраиваются на частоты местных радиостанций в диапазонах длинных и средних волн. Одинаковое усиление сигналов по всем программам обеспечивается подбором положения катушек связи *L2*, *L4*, *L6*, *L8*, *L10* и *L12* и при необходимости шунтированием контуров постоянными резисторами сопротивлением 5—15 кОм (на рис. 18 не показаны). Подстроечным резистором *R13* устанавливается уровень выходного сигнала, поступающего в усилительный тракт.

Блок питания. Блок питания (рис. 19) содержит силовой трансформатор *Тр1*, однополупериодный выпрямитель для питания коммутирующих реле и два электронных стабилизатора напряжения, необходимых для питания предварительных и оконечных усилителей. Стабилизаторы напряжения собраны на транзисторах *Т1—Т3* и *Т4—Т6* и выполнены по последовательной компенсационной схеме. Правильно собранный блок питания начинает работать сразу без допол-

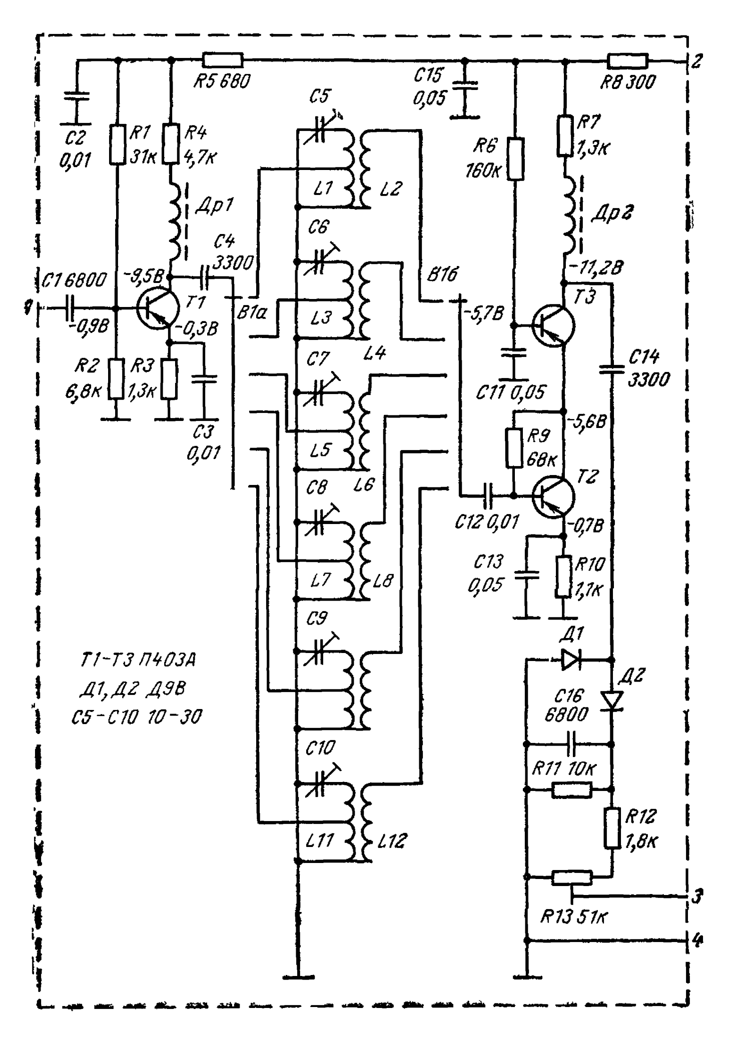


Рис. 18. Принципиальная схема радиоприемника с фиксированной настройкой.

нительных регулировок. С помощью подстроечных резисторов *R4* и *R9* можно в некоторых пределах изменять выходные напряжения. Необходимые напряжения —12 В и —20 В устанавливаются соответственно резисторами *R4* и *R9*.

Индикатор баланса. Для визуального контроля баланса раздельно по фронту и тылу в четырехканальный усилитель можно ввести два стрелочных индикатора, выполнив их по схеме на рис. 20.

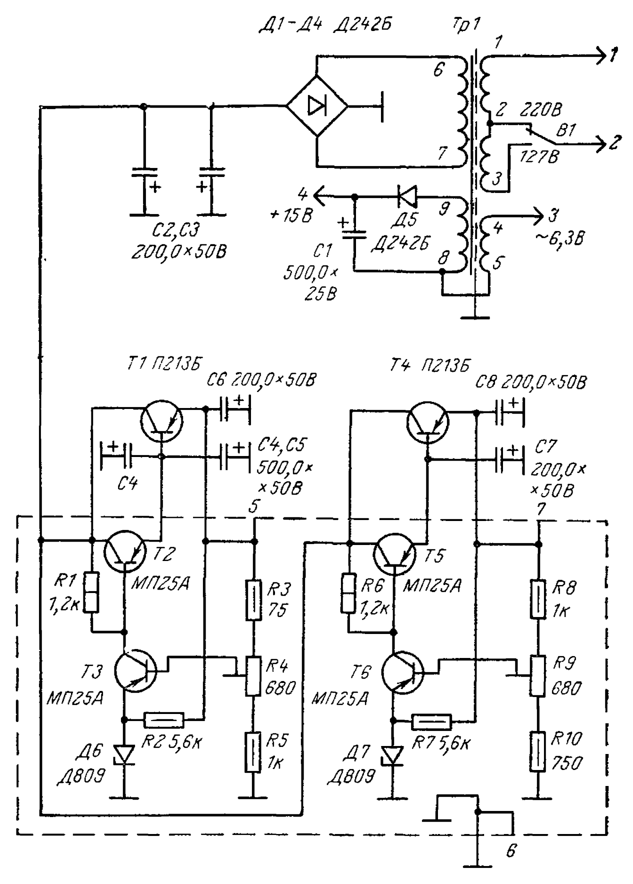


Рис. 19. Принципиальная схема блока питания.

В качестве стрелочного индикатора необходимо применить прибор с симметричной шкалой (с центральным нулем). Максимальное отклонение стрелки устанавливается подбором шунтирующего резистора *R1*, сопротивление которого зависит от внутреннего сопротивления прибора и его чувствительности. Индикатор баланса усиления фронтальных каналов подключается соответственно к зажимам *5* и *4*

разъемов *Ш8* и *Ш11*, индикатор баланса усиления тыловых — к зажимам *3* и *1* разъемов *Ш9* и *Ш10* (см. рис. 10).

Более сложную схему имеет индикатор, который позволяет вести визуальный контроль баланса не только по фронту и тылу, но и между левыми попарно и правыми фронтальными и тыловыми каналами. Схема такого индикатора приведена на рис. 21. Здесь индикатор *ИП1* будет сигнализировать о наличии баланса (или степени разбаланса) по фронту, *ИП2* — по тылу, *ИП3* — между левыми фронтальным и тыловым каналами, *ИП4* — между правыми.

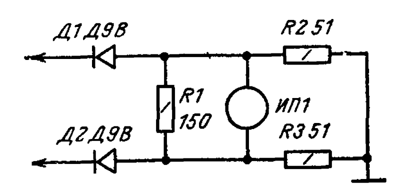


Рис. 20. Принципиальная схема простого индикатора баланса.

Настройку индикаторов осуществляют установкой стрелок приборов *ИП1—ИП4* на нулевые отметки путем регулировки сопротивлений резисторов *R1*, *R3*, *R5* и *R7* соответственно. Для этого на входе всех четырех каналов усилителя (режим «Квадра») подается от звукового генератора сигнал частотой 1000 Гц и амплитудой 100 мВ. При этом регуляторы баланса усилителя должны быть установлены в

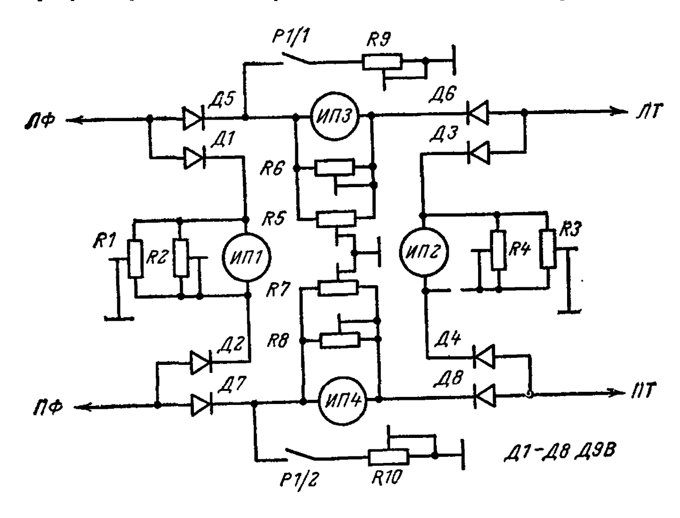


Рис. 21. Принципиальная схема индикатора квадрафонического баланса.

нулевые положения, определенные при настройке усилителя, а регуляторы громкости — полностью введены. С помощью подстроечных резисторов *R2*, *R4*, *R6* и *R8* устанавливается максимальное отклонение стрелок от нулевого положения.

В режиме псевдоквадрафонии оптимальное соотношение мощностей фронтальных и тыловых усилительных каналов находится

приблизительно в пропорции 3 : 2. Поэтому при переходе на псевдоквадрафонический режим включаются дополнительные шунтирующие резисторы *R9* и *R10*, с помощью которых производится балансировка индикаторов *ИП3* и *ИП4* соответственно. Отключение шунтирующих резисторов в режиме «Квадра» осуществляется контактами реле *Р1*, обмотка которого подключена к точке *г* схемы на рис. 10.

Регулировка резисторов *R9* и *R10* производится в режиме стереоэффекта или псевдостереоэффекта по фронту, при этом частоту звукового генератора устанавливают на 0,5 кГц выше граничной частоты фазовращателя.

Источником сигнала при установке баланса может служить монофоническая запись или программа радиостанции, ведущей монофоническую передачу. Однако целесообразнее для этой цели использовать специальный встроенный в усилитель генератор тонального сигнала. Схема генератора и его подключение к усилителю показаны на рис. 22.

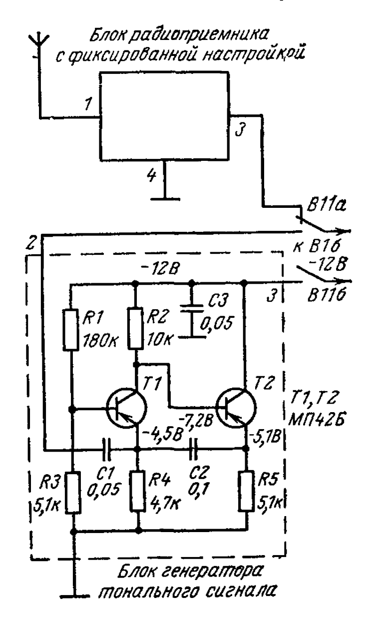


Рис. 22. Схема тонального генератора и его подключение к усилителю.

Генератор тонального сигнала выполнен на двух транзисторах *Т1* и *Т2* по схеме несимметричного мультивибратора с непосредственной связью. Регулировка генератора сводится к подбору сопротивления резистора *R1* до получения устойчивой генерации. Резистором *R2* устанавливается заданная частота тонального сигнала (около 1000 Гц).

Включение генератора производится переводом усилителя на прием местных радиостанций с последующим нажатием кнопки дополнительного переключателя *В11* (используется переключатель типа П2К с независимой фиксацией).

КОНСТРУКЦИЯ, ДЕТАЛИ, МОНТАЖ И НАЛАДКА

Общая компоновка усилителя и детали. Усилитель смонтирован на шасси размерами 450×300 мм из листового дюралюминия толщиной 2 мм, укрепленного по периметру уголками. В подвале шасси (рис. 23) расположены выпрямительные диоды, плата стабилизаторов напряжения, блоки стереодекодера, приемника с фиксированной настройкой и фазовращателя. Остальные блоки и силовой трансформатор размещены сверху шасси (рис. 24).

На лицевой панели усилителя расположены следующие ручки управления: в верхней части (слева направо) — регулятор громкости по фронту *R16*, *R17*, регулятор баланса по фронту *R8*, *R10*, регуляторы тембра по высоким *R18*, *R20* и низким *R19*, *R21* частотам по фронту, регулятор громкости по тылу *R26*, *R27*, регулятор баланса

по тылу *R32*, *R34*, регуляторы тембра по высоким *R28*, *R30* и низким *R29*, *R31* частотам по тылу, переключатель источников входных сигналов *B1*; в нижней части — выключатель сети *B10*, переключатели *B7* и *B8* для отключения фронтальных и тыловых усилителей мощности, переключатель *B6* для ступенчатого изменения граничной

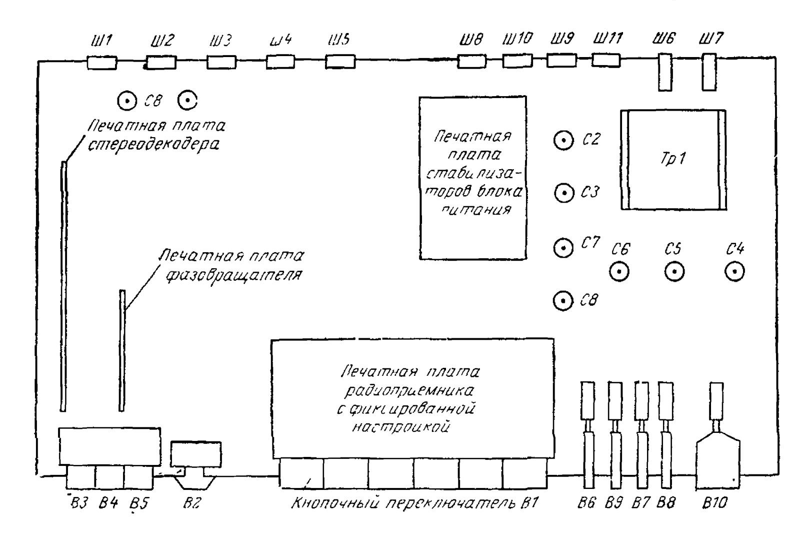


Рис. 23. Расположение деталей усилителя (вид со стороны подвала шасси).

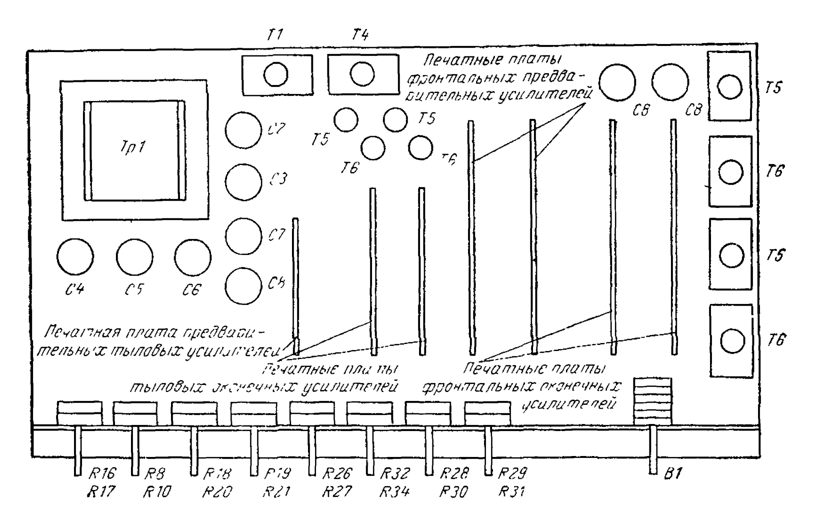


Рис. 24. Расположение деталей усилителя (вид сверху).

частоты фазовращателя, переключатель *В9* режима «Квадра», шестикнопочный переключатель приемника с фиксированной настройкой, переключатель *В2* «Запись — воспроизведение», трехкнопочный переключатель режимов «Моно» *В4*, «Псевдостерео» *В3* и «Стерео» *В5*.

Под ручками управления громкостью, балансом и тембром установлена пластинка размером 35×290 мм из прозрачного органического стекла, имеющая с тыльной стороны расположенные в шахматном порядке линзочки (использовано декоративное органическое стекло от арматуры ламп люминесцентного освещения). С внутренней стороны декоративная пластинка окрашена цапонлаком: левая половина в красный цвет, правая — в зеленый. Левая и правая половины декоративной пластины подсвечиваются двумя гирляндами лампочек 6,3 В×0,22 А (по три штуки в гирлянде). Гирлянды включены параллельно лампам *Л10* и *Л11* (в схеме на рис. 10 эти лампы не показаны). Таким образом при включении фронтальных и тыловых усилителей раздельно с помощью переключателей *В7* и *В8* высвечиваются соответствующие органы управления усилителя.

Индикация рода работы усилителя производится с помощью специальной трафаретки, выполненной фотографическим способом и установленной симметрично над ручками управления. Слева направо выполнены следующие надписи: Фронт (*Л10*), Тыл (*Л11*), Моно (*Л5*), Псевдостерео (*Л6*), Узкая полоса (*Л12*), Стерео (*Л7*), Квадра (*Л13*), УКВ Стерео (*Л9*), АМ (*Л1*), АМ/ЧМ (*Л2*), ЭПУ (*Л3*), Магнитофон (*Л4*), Запись (*Л8*).

Лицевая панель усилителя оклеена фанеровкой «под орех» и отделана молдингами из полированного дюралюминия. После полировки молдинги покрыты масляным лаком 4 С. Кнопки переключателей *В6*, *В7—В9* и ручка управления *В1* выточены из латуни, а наружные поверхности их хромированы. Кнопка выключателя сети *В10* склеена из разноцветной листовой пластмассы толщиной 2 мм (красная и черная), наружная поверхность которой отполирована. В качестве ручек управления громкостью, балансом и тембром использованы малые ручки от телевизора «Темп-6».

Шестикнопочный переключатель радиоприемника с фиксированной настройкой выполнен на базе кнопочного переключателя рода работ от телевизора «Темп-6». Переделка переключателя сводится к замене двух фиксирующих планок одной, обеспечивающей независимое включение любой из шести кнопок, а также удалению лишних контактных групп для облегчения хода кнопок.

Переключатель *В2* «Запись — Воспроизведение» выполнен на базе стандартного движкового переключателя диапазонов для транзисторных радиоприемников. Переключатель *В1* использован от радиоприемника «Сокол-4». Трехкнопочный переключатель *В3—В5* собран из модулей П2К (каждые по четыре контактных группы на переключение).

В качестве регуляторов громкости использованы сдвоенные переменные резисторы с одним отводом СПЗ-12 (В), для регуляторов баланса и тембра применены сдвоенные переменные резисторы ТР283 (А) фирмы «Тесла». В конструкции использованы электромагнитные реле РЭС-9 (паспорт РС4514.200), все сигнальные лампы 6,3 В×0,22 А, кроме *Л9*, которая рассчитана на 2,5 В и ток 0,068 А.

Вместо указанных реле РЭС-9 в конструкции можно использовать другие типы реле, надежно срабатывающие при напряжении 9—10 В. При этом необходимо выбирать реле, имеющие не более двух групп контактов на переключение и электростатический экран.

Таблица 1

Намоточные данные катушек контуров радиоприемника с фиксированной настройкой

Обозначение по схеме	Число витков	Обозначение по схеме	Число витков
*L*1	295+15	*L* 7	195+10
*L*2	25	*L* 8	15
*L*3	260+15	*L* 9	180+10
*L*4	25	*L*10	10
*L*5	240+15	*L*11	135+10
*L*6	20	*L*12	8

Несоблюдение этих требований может привести к взаимному проникновению сигналов из канала в канал.

Высокочастотные катушки радиоприемника с фиксированной настройкой намотаны на полистироловых каркасах диаметром 8 мм и высотой 25 мм, ширина намотки 5 мм (внавал между щечками). Катушки связи намотаны виток к витку в два-три слоя на подвижных каркасах. Намоточные данные приведены в табл. 1. Все катушки намотаны приводом ПЭЛШО 0,1.

Высокочастотные дроссели радиоприемника с фиксированной настройкой содержат по 180 витков провода ПЭЛШО 0,12, намотанных на сердечники диаметром 3 мм и длиной 15 мм из феррита марки М600НН.

Намоточные данные катушек контуров стереодекодера приведены в табл. 2. Намотка производится на трехсекционных каркасах, устанавливаемых в сердечник ОБ-20.

Таблица 2

Намоточные данные катушек контуров стереодекодера

Обозначение по схеме	Число витков	Провод
*L*1	80+40	ПЭВ 0,31
*L*2	200	ПЭВ 0,18
*L*3	400	ПЭВ 0,12

В блоке предварительного усилителя тыловых каналов использован переходный трансформатор от магнитофона «Комета-206». Он выполнен на магнитопроводе Ш6×12; обмотка *I* содержит 2000 витков провода ПЭВ-1 0,90, а обмотки *II* и *III* — каждая по 480 витков провода ПЭВ-1 0,12.

Силовой трансформатор блока питания использован от магнитофона «Яуза-6». Он выполнен на магнитопроводе типа Ш19×38. Его первичная обмотка (*1-2-3*) содержит 1035+755 витков провода

Таблица 3

Намоточные данные вторичных обмоток силового трансформатора

Обозначение по схеме	Число витков	Провод
4—5	49	ПЭВ-1 0,64
6—7	170	ПЭВ-1 0,47
8—9	130	ПЭВ-1 0,35

ПЭВ-1 0,41. Вторичные обмотки перемотаны в соответствии с данными табл. 3.

Для подключения внешних устройств и громкоговорителей использованы стандартные разъемы СТ-5. Соединительные кабели внешних устройств выполнены гибким монтажным проводом ПМВГ 0,35, причем каждая отдельная жила заключена в экранирующую оплетку. Громкоговорители с усилителем соединяются проводом ПМВГ 0,75, свитым в жгут и заключенным в хлорвиниловую трубку с внутренним диаметром 3,5 мм.

Блоки усилителя выполнены на платах из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм (рис. 25—40). Рисунок схемы выполняется на одной стороне; вторая сторона играет роль экранной перегородки, которая только в одной точке соединяется с общим проводом. После монтажа и настройки блоков обе стороны платы покрывают двумя-тремя слоями цапонлака для предотвращения окисления и разрушения рисунка схемы и мест пайки.

В усилителе использованы постоянные резисторы типов МЛТ и УЛИ, переменные подстроечные резисторы типа СПЗ-1б, электролитические конденсаторы типов ЭМ, К-50-6 и фирмы «Тесла», а также конденсаторы типов КТ, МБМ, КСО и КБГИ.

Монтаж усилителя. Монтаж усилителя является наиболее ответственной частью работы над конструкцией, от которой зависит качество усилителя и простота настройки. Здесь приведены основные рекомендации, которыми необходимо руководствоваться при сборке четырехканального усилителя низкой частоты.

Печатные платы, на которых смонтированы усилительные каскады, стереодекодер и фазовращатель, устанавливаются на шасси вертикально и крепятся с помощью угольников, изготовленных из дюралюминия. Угольники крепятся к печатной плате со стороны фольги, играющей роль экрана. Фольга изолируется от угольника с помощью прокладки из листового текстолита толщиной 1—1,5 мм. Чтобы край отверстия в фольге не имел электрического контакта с уголком через крепежный винт, отверстие зенкуется сверлом с углом режущей кромки 45—60°.

После выполнения всех электрических соединений печатные платы заключаются в экран из листовой белой жести (со стороны деталей). Экран платы и экранирующая фольга соединяются с общим проводом в одной точке.

Печатная плата стабилизаторов блока питания устанавливается на шасси горизонтально с использованием круглых стоек высотой 10 мм. Последние также изолируются от рисунка платы шайбами из текстолита. В качестве стоек могут быть использованы ограничи-

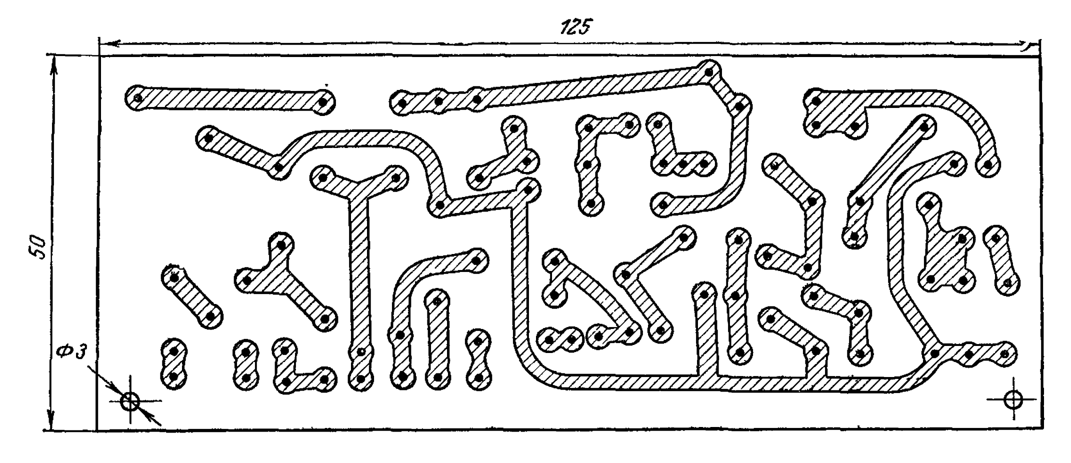


Рис. 25. Печатная плата предварительного усилителя фронтального канала.

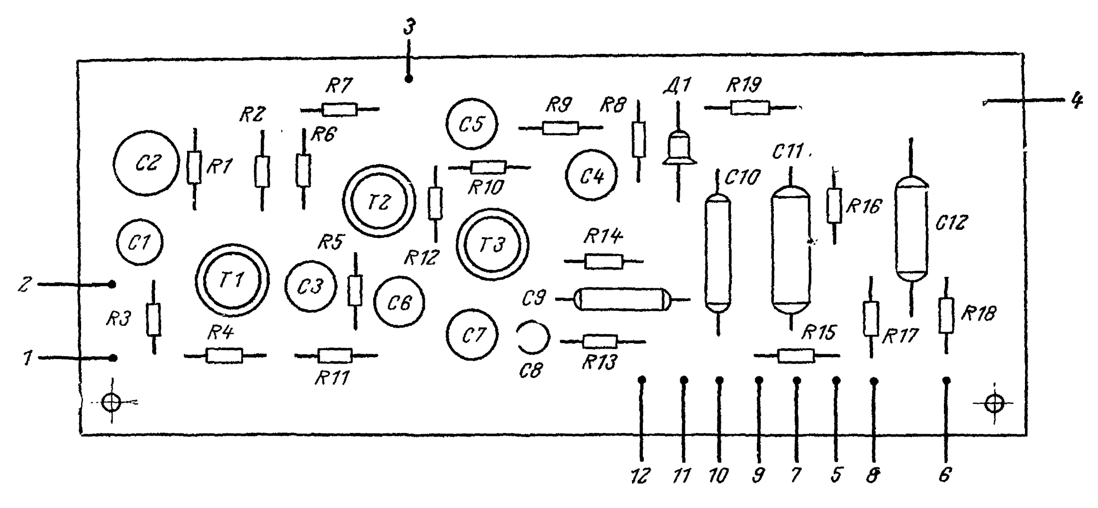
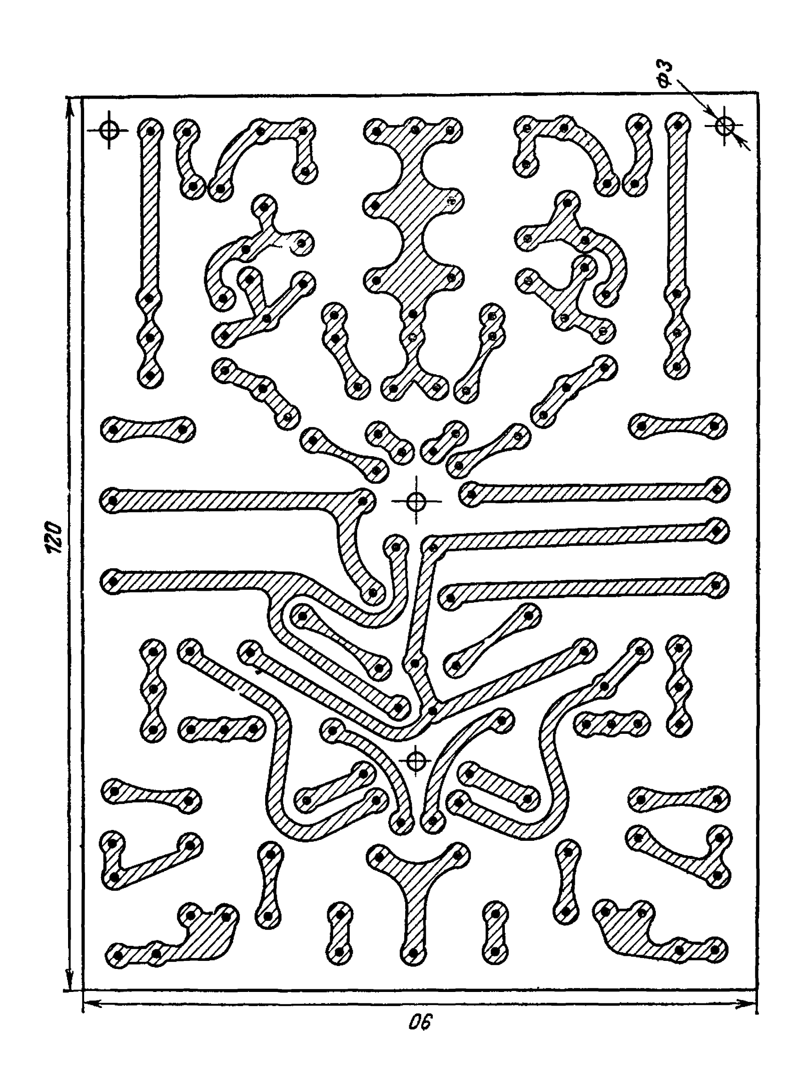


Рис. 26. Размещение деталей на плате предварительного усилителяфронтального канала.


Ф3
120
90

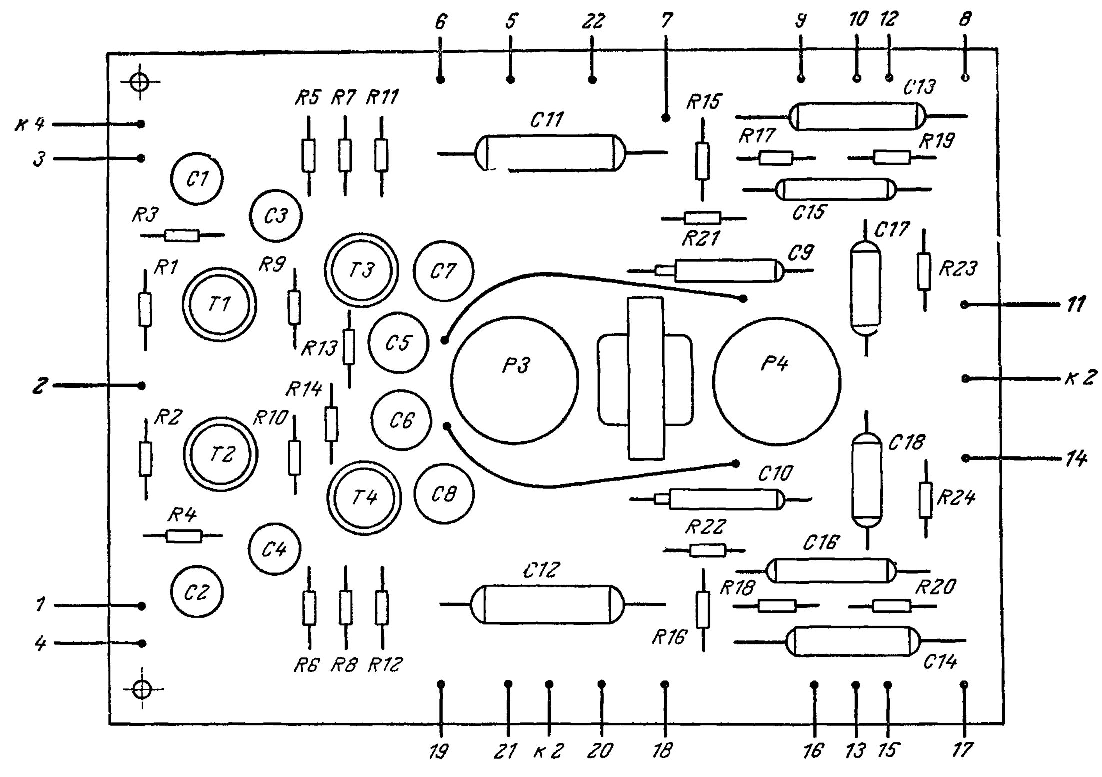


Рис. 28. Размещение деталей на плате предварительных усилителей тыловых каналов.

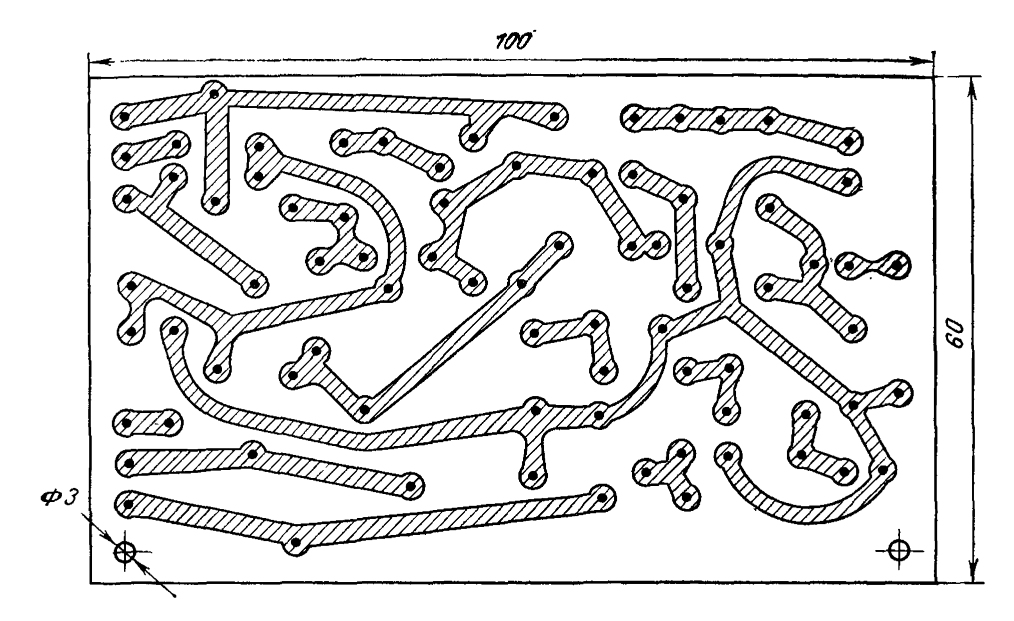


Рис 29. Печатная плата усилителя мощности фронтального канала.

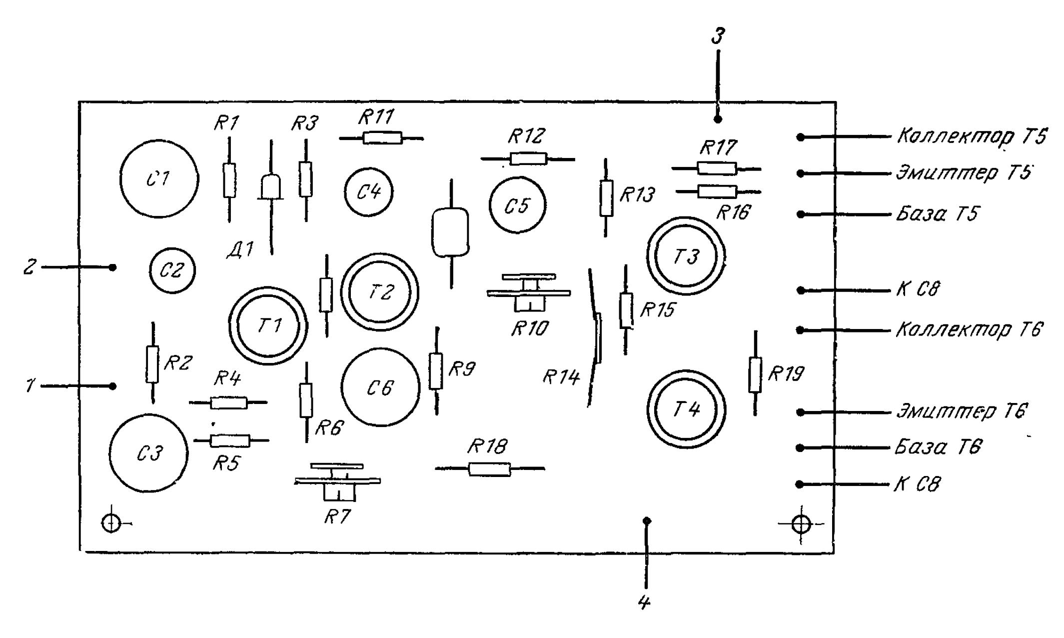


Рис. 30. Размещение деталей на плате усилителя мощности фронтального канала

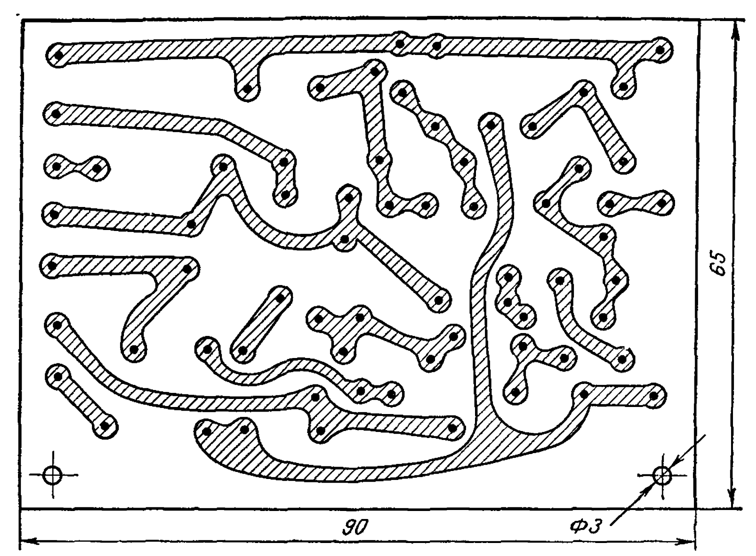


Рис. 31. Печатная плата усилителя мощности тылового канала.

Коллектор Т5
База Т5
Эмиттер Т5
Коллектор Т6
3
2
1
4
R4 R5 R6 T2 C1 C4 T3 R9 R8 C2 T1 R7 R13 C6 R2 R1 Д1 R12 R10 C3 T4 R11 R3 C5 R14 R15
База Т6
Эмиттер Т6

Рис. 32. Размещение деталей на плате усилителя мощности тылового канала.

тельные втулки от неисправных галетных переключателей. Аналогично крепится к шасси плата блока радиоприемника с фиксированной настройкой.

Монтаж усилителя ведется экранированным проводом. Оплетка (экран) провода припаивается к общей точке печатной платы со стороны большего порядкового номера (см. рис. 10). На оплетку про-

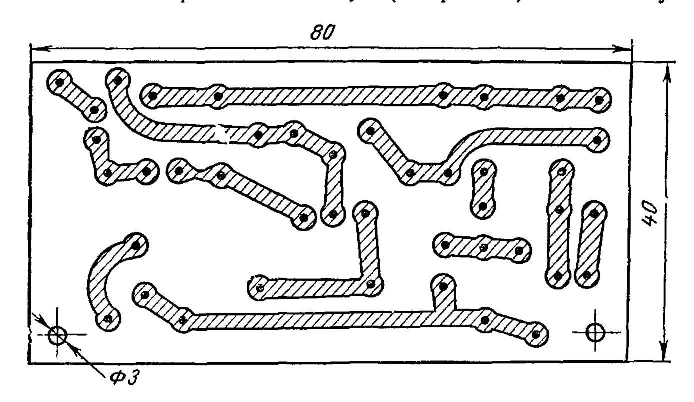


Рис. 33. Печатная плата фазовращателя.

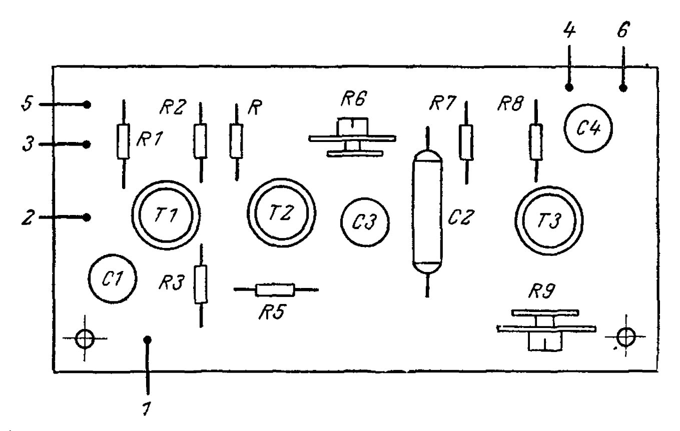


Рис. 34. Размещение деталей на плате фазовращателя.

вода надевается хлорвиниловая трубка соответствующего диаметра, обеспечивающая изоляцию экрана от шасси усилителя. Концы таким образом образовавшихся жгутов обматывают монтажными нитками (виток к витку) и пропитывают клеем БФ-2.

Выпрямительные диоды, электролитические конденсаторы с гайкой и выходные транзисторы оконечных тыловых усилителей устанавливаются на шасси при использовании изолирующих прокладок.

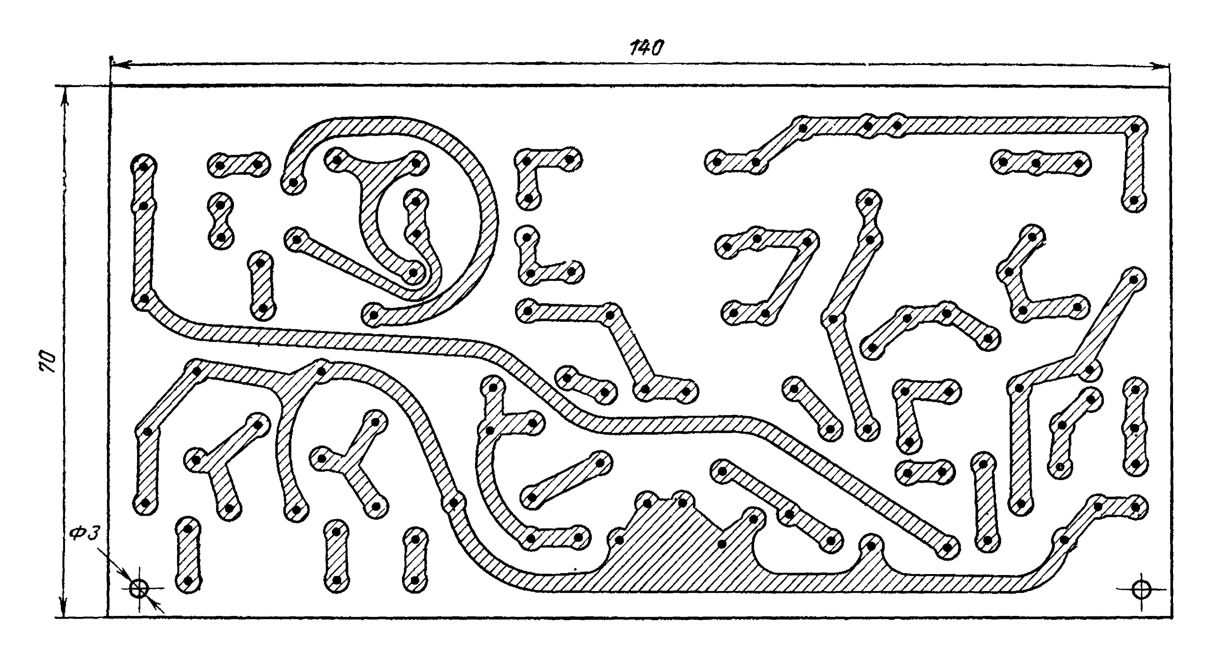


Рис. 35. Печатная плата стереодекодера.

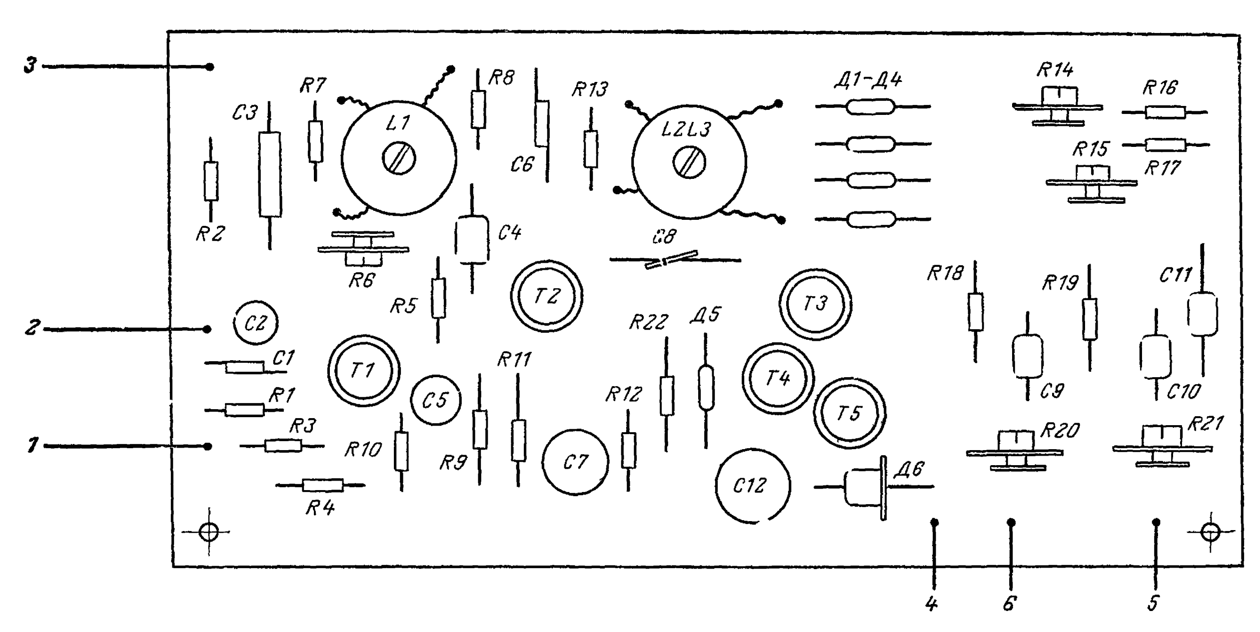


Рис. 36. Размещение деталей на плате стереодекодера.

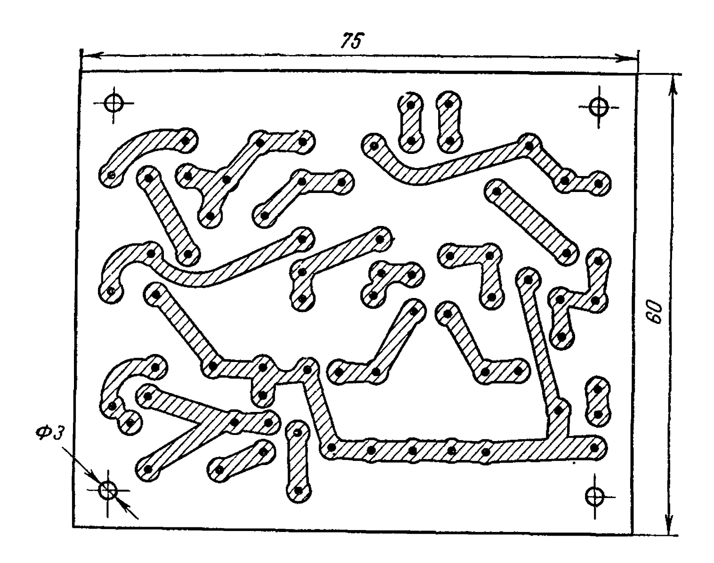


Рис. 37. Печатная плата радиоприемника с фиксированной настройкой.

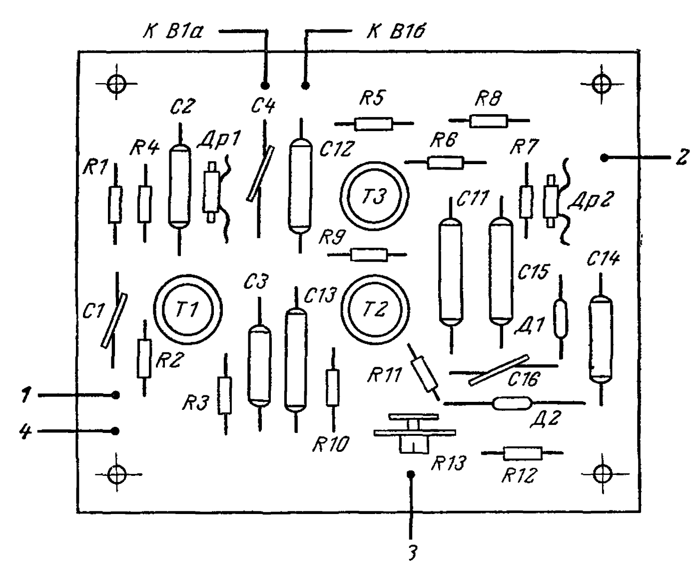


Рис. 38. Размещение деталей на плате радиоприемника с фиксированной настройкой.

Выходные транзисторы оконечных фронтальных усилителей, а также блока питания монтируют на металлических радиаторах, которые также изолируют от шасси.

Общая шина представляет собой отрезок луженого медного провода диаметром 1 — 1,5 мм, на который надевается хлорвиниловая трубка подходящего диаметра (с целью изоляции провода от шасси). Соединение общей шины с шасси производится только в одной точке конструкции экспериментально — по минимальному уровню фона переменного тока в громкоговорителях. В эту же точку припаивает-

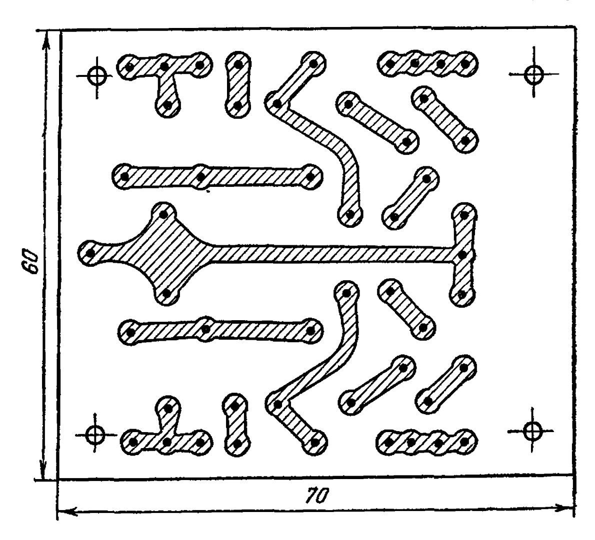


Рис. 39. Печатная плата стабилизаторов.

ся провод электростатического экрана силового трансформатора. Магнитопровод силового трансформатора крепится к шасси без изолирующих прокладок.

Для уменьшения наводок от сигнальных ламп нельзя использовать шасси в качестве одного из таких проводов. Для питания сигнальных ламп необходимо проложить отдельный общий провод, соединяемый с шасси в экспериментальной найденной общей точке. То же относится к цепям питания электромагнитных реле, устанавливаемых на шасси усилителя. Однако экраны последних могут иметь электрическое соединение с шасси в любом удобном месте.

Соединительные разъемы входных цепей со стороны монтажа заключают в экран из белой жести, который крепят к шасси только в одной точке. Детали согласующих *RC*-цепей по возможности монтируют непосредственно на контактах разъемов или на специально установленных монтажных планках. Монтажные планки должны располагаться под экраном разъемов.

Цепи тонкомпенсации регуляторов громкости также монтируют на монтажных планках и заключают в экран. Корпуса (крышки) переменных спаренных резисторов соединяют с шасси с помощью от-

резков голого медного провода. Аналогично экранируют переключатели *В1—В6*.

Соблюдение указанных требований значительно облегчит настройку конструкции, особенно в плане борьбы со взаимным проникновением сигналов из канала в канал.

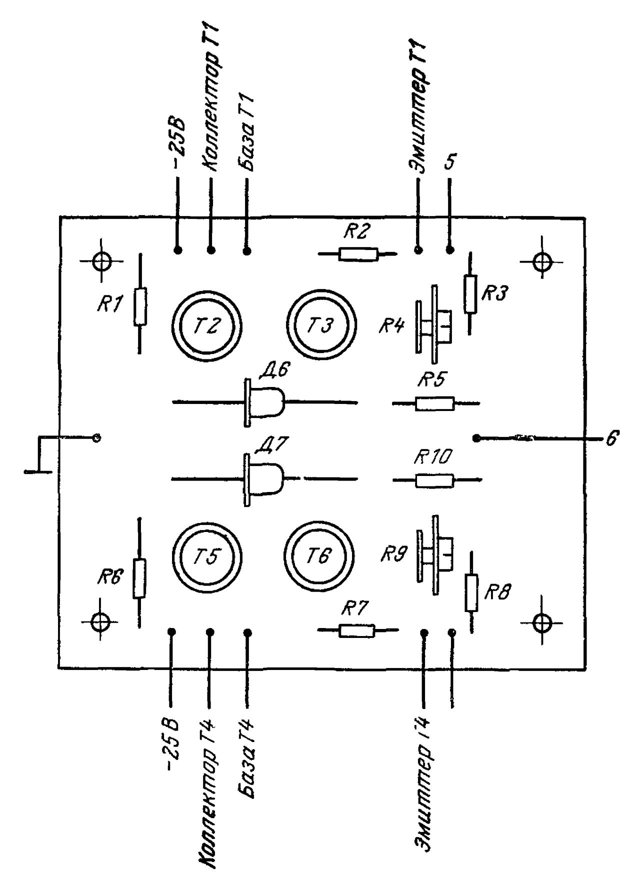


Рис. 40. Размещение деталей на плате стабилизаторов.

Общая наладка усилителя. После проверки правильности монтажа конструкции приступают к общей наладке усилителя. Для этого временно отпаивают провода от точек *5* и *7* (см. рис. 19) платы стабилизаторов блока питания и подключают проволочные резисторы сопротивлением 1 кОм с мощностью рассеивания 10—15 Вт.

Регулировкой подстроечных резисторов *R4* и *R9* устанавливают на выходе стабилизаторов напряжения соответственно 12 и 20 В. Если заданные напряжения устанавливаются при верхних (по схе-

ме) положениях движков подстроечных резисторов, то необходимо увеличить сопротивления резисторов *R3* и *R8*.

Далее первичную обмотку трансформатора *Тр1* подключают к сети через регулирующий автотрансформатор, например ЛАТР-1. Если при изменении напряжения на силовой обмотке трансформатора от 170 до 250 В напряжения на выходах стабилизаторов будут изменяться не более чем на ±5%, то на этом регулировку блока питания считают законченной. В противном случае необходимо подобрать сопротивления резистора *R1* или *R6*.

После этого разорванные цепи восстанавливают, отпаивают дополнительные резисторы и проверяют наличие питающих напряжений на всех блоках усилителя (в соответствии с рис. 10).

Регулировку усилителя начинают с согласования амплитудно-частотных характеристик фронтальных каналов. Для этого (см. рис. 10) к выходу усилителя мощности правого фронтального канала (блок *7*, точка *4*) подключают вертикальный вход осциллографа, а к его входу (точка *2*) — звуковой генератор. На время настройки целесообразно отключить громкоговорители, подключив вместо них эквивалентные нагрузки (проволочные резисторы сопротивлением 8—10 Ом). Аналогично от входа временно отключаются внешние цепи, которые могут оказать шунтирующее действие.

Подавая на вход усилителя мощности последовательно звуковые сигналы частотой 50, 200, 1000, 5000, 10 000 и 15 000 Гц с постоянной амплитудой (около 0,5 В), снимают частотную характеристику, контролируя форму выходного сигнала.

Затем звуковой генератор и осциллограф подключают к усилителю мощности левого фронтального канала (блок *10*). Установив на генераторе частоту 1000 Гц, вращением движка подстроечного резистора *R7* (см. рис. 13) добиваются того, чтобы амплитуда выходного сигнала с усилителя мощности левого фронтального канала была такая же, как и амплитуда выходного сигнала правого фронтального канала (допускается отличие не более ±5%). Далее, не производя никаких дополнительных регулировок, снимают частотную характеристику блока на указанных фиксированных частотах.

Если отличия частотных характеристик усилителей мощности левого и правого фронтальных каналов на крайних частотах 50 и 15 000 Гц не превышает ±2 дБ, согласование каналов считают законченным. В противном случае необходимо в одном из блоков подобрать сопротивления резисторов в цепях эмиттеров транзисторов *Т1* и *Т2* (см. рис. 13), изменяя глубину обратной связи по току. После этого отключенные внешние цепи восстанавливаются, усилитель переключается в режим «Моно», «Стерео» или «Квадра» (чтобы исключить влияние фазовращателя *6*). Затем переходят к согласованию амплитудно-частотных характеристик темброблоков. Для этого отрицательные выводы электролитических конденсаторов *С7* (см. рис. 11) выпаивают из печатных плат блоков *3* и *5*, соединяют вместе и подключают на вход звукового генератора.

Подавая от генератора ранее выбранные фиксированные частоты с амплитудой около 0,8 В, снимают частотную характеристику левого и правого фронтальных каналов при различных положениях регуляторов тембра по высоким и низким частотам. Если в темброблоке использованы детали (резисторы и конденсаторы), номиналы которых попарно (в блоках *3* и *5*) различаются не более чем на ±2%, характеристики обоих каналов должны получаться близкими. В противном случае необходимо более тщательно подобрать номи-

налы резисторов *R16—R18* и конденсаторов *C10*, *C12* (см. рис. 11).

Далее восстанавливают пайки на платах блоков *3* и *5*, усилитель переключают в режим «Квадра», а звуковой генератор подключают к перекидным контактам реле *P1/1* и *P1/2*. Установив регуляторы громкости *R16*, *R17* и балланса *R8*, *R10* по фронту в среднее положение и подав от генератора звуковой сигнал частотой 1000 Гц с амплитудой около 200 мВ, подбором резисторов *R9*, *R11* выравнивают усиление левого и правого фронтальных каналов. После этого снимают частотную характеристику фронтального усилительного тракта по цепи: входная цепь — предварительный усилитель — усилитель мощности. В случае значительных отклонений характеристик левого и правого фронтальных каналов необходимо подобрать элементы тонкомпенсации (*R12—R15*, *C8*, *C10*, *C22*, *C23*) при различных положениях регулятора громкости. При этом движок регулятора баланса должен находиться в таком положении, при котором обеспечивается равенство усиления каналов на частоте 1000 Гц.

Далее переходят к регулировке тылового усилительного тракта, начиная с согласования амплитудно-частотных характеристик усилителей мощности левого и правого тыловых каналов (блоки *8* и *9*). Методика регулировки этих блоков аналогична методике настройки усилителей мощности фронтальных каналов. Регулировочным элементом в данном случае является резистор *R10* (см. рис. 14). При значительном несовпадении частотных характеристик подбирают попарно (в блоках *8* и *9*) резисторы *R3* и *R6*. Затем приступают к согласованию тыловых каналов по усилению. Для этого отпаивают соединительные цепи от точек *12* и *13* блока *4* и подключают их к звуковому генератору. Подав от генератора звуковой сигнал частотой 1000 Гц с амплитудой около 1 В, добиваются равенства усиления по правому и левому тыловым каналам подбором резисторов *R33* и *R34* при среднем положении регулятора баланса *R32*, *R34*.

Восстановив нарушенные цепи, переходят к снятию амплитудно-частотных характеристик регуляторов тембра тыловых усилителей. Для этого выход звукового генератора подключают к точке соединения резистора *R15* и конденсатора *C11* (см. рис. 12), предварительно отпаяв провод от подвижного контакта реле *P4/1* (правый тыловой канал). Для левого тылового канала генератор подключают к точке соединения резистора *R16* и конденсатора *C12* (отключается контакт реле *P4/2*). Методика согласования амплитудно-частотных характеристик регуляторов тембра тыловых каналов аналогична методике, используемой при согласовании амплитудно-частотных характеристик регуляторов тембра фронтального усилительного тракта. При значительном отклонении частотных характеристик регуляторов тембра подбирают попарно (для левого и правого тыловых каналов) элементы *R17*, *R18*. *R21—R24*, *C13*, *C14*, *C17*, *C18*.

Далее пайки на контактах реле *P4/1* и *P4/2* восстанавливают, усилитель переключают в режим «Квадра», а звуковой генератор подключают к правым по схеме (см рис. 10) выводам резисторов *R38* и *R39*.

Следующим этапом наладки четырехканального усилителя является согласование входных уровней сигналов от внешних и внутренних источников. Усилитель переключается в режим «Моно», тыловой усилительный тракт выключается (кнопкой *B8*). Переключая источники сигналов переключателем рода работы *B1*, добиваются приблизительно одинаковой громкости воспроизведения программ с

внешнего УКВ радиоприемника и встроенного радиоприемника с фиксированной настройкой. При этом регулировочными элементами являются резисторы *R1* (см. рис. 10) и *R13* (см. рис. 18) соответственно.

Далее усилитель переключается в режим «Стерео», на ЭПУ устанавливают монофоническую грампластинку, а на магнитофоне — кассету с монофонической записью. Подбирая резисторы *R2*, *R3*, выравнивают уровни громкости в левом и правом фронтальных громкоговорителях, периодически контролируя уровень сигнала от встроенного радиоприемника. Регулятор баланса по фронту должен быть установлен в среднее положение. Аналогично регулируют ре-

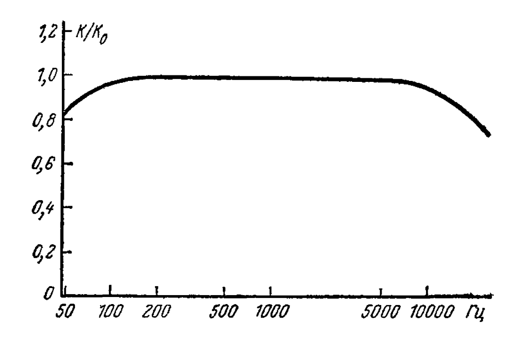


Рис. 41. Амплитудно-частотная характеристика усилительного канала.

зисторами *R20*—*R21* (см. рис. 16) уровень выходного сигнала со стереодекодера.

Регулировку цепей коррекции *R6*, *R7*, *C6*, *C7* производят в режиме стереофонической записи на магнитофонную приставку по наилучшему качеству звучания записываемой программы.

В последнюю очередь приступают к настройке фазовращателя (блок 6). Для этого усилитель переключают в режим «Псевдостерео» и вращением движка переменного резистора *R9* (см. рис. 15) добиваются равенства усиления по обоим фронтальным каналам при замкнутых контактах переключателя *B6*. Затем контакты *B6* размыкают и вращением движка переменного резистора *R6* (см. рис. 15) устанавливают желаемую граничную частоту фазовращателя.

На этом регулировка четырехканального усилителя заканчивается. Ход амплитудно-частотной характеристики каждого из четырех усилительных каналов должен соответствовать характеристике, приведенной на рис. 41.

Амплитудно-частотная характеристика усилительного канала снимается на уровне —20 дБ относительно номинального выходного напряжения.

Акустическая система. Акустическая система четырехканального усилителя низкой частоты состоит из четырех идентичных громкоговорителей, в каждом из которых установлена одна динамическая головка прямого излучения 4ГД-5 с резонансной частотой 45 Гц и одна высокочастотная 1ГД-3. Головки установлены в футлярах от электроакустических агрегатов «ВЭФ», внутренний объем кото-

рых заполнен поролоновой стружкой. Размеры громкоговорителя 577×264×235 мм. Секция, где ранее располагался усилитель низкой частоты, закрывается декоративной пластиной из текстолита толщиной 1,5—2 мм.

При самостоятельном изготовлении футляра его высоту необходимо уменьшить до 467 мм. При этом можно использовать широкополосные головки типа 4ГД-4 или 4ГД-1, правда, с несколько худшими результатами.

В качестве материала для акустического оформления целесообразно использовать древесно-стружечные плиты (ДСП) толщиной 10—20 мм, соединяемые деревянными круглыми шипами клеем ПВА. Места соединения панелей дополнительно укрепляют деревянными брусками сечением 15×15 мм.

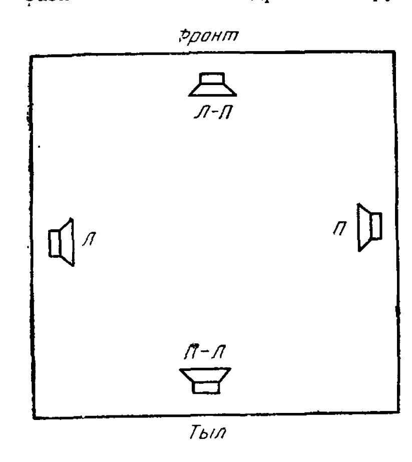


Рис. 42. Вариант расположения громкоговорителей при псевдоквадрафоническом воспроизведении.

При размещении акустической системы в жилой комнате следует руководствоваться следующим:

1. Хороший псевдоквадрафонический эффект получается при размещении акустической системы даже в комнате 8—12 м^2. Громкоговорители следует установить в углах комнаты на высоте 0,5—1 м от пола и разворачивать по направлению к центру квадрата — месту расположения слушателя. При этом слушатель располагается лицом к фронтальным громкоговорителям. Усилитель для удобства пользования размещается в середине на линии фронтальных громкоговорителей.

2. Если акустическая система устанавливается в комнате прямоугольной формы площадью более 14—15 м^2, то фронтальные громкоговорители следует размещать вдоль длинной стороны на расстоянии 2,5—3,5 м. Тыловые громкоговорители должны при этом находиться от фронтальных не дальше 2—2,5 м. Место расположения слушателя в этом случае может быть несколько смещено в сторону тыловых громкоговорителей.

3. Если предполагается усилитель использовать только в псевдоквадрафоническом режиме, то громкоговорители можно разместить согласно рис. 42. В этом случае громкоговорители, излучающие сигналы *Л* и *П*, могут быть разнесены на расстояние до 4—5 м. Расстояние между громкоговорителями, излучающими сигналы *Л—П* и *П—Л*, может быть экспериментально выбрано от 1,5 до 5 м.

Работа с усилителем. *Режим «Моно»* (режим предварительной настройки усилителя). Переключателем *В7* (см. рис. 10) включают фронтальные и выключают тыловые усилители (переключатели *В8*). Регуляторами *R8*, *R10* устанавливают баланс, а *R16*, *R17*, *R18*, *R20* и *R19*, *R21* — желаемую громкость и тембр звучания сигналов фронтальных каналов.

Далее переключателем *B8* включают тыловые усилители и отключают фронтальные. При среднем положении регуляторов громкости *R26*, *R27* с помощью переменных резисторов *R32*, *R34* устанавливают баланс, а регуляторами *R28*, *R30* и *R29*, *R31* — желаемый тембр звучания сигналов тыловых каналов.

Переключателем *B7* включают фронтальные усилители и регулятором громкости по тылу добиваются, чтобы источник звука находился приблизительно в середине квадрата, образованного громкоговорителями

Дальнейшая общая регулировка усиления производится только регулятором громкости по фронту, который пропорционально изменяет громкость звучания и по тылу, сохраняя выбранное соотношение звуковых мощностей.

Режим «Псевдостерео». Нажатием кнопки *B5* включают блок фазовращения *6*. Глубина псевдостереоэффекта ступенчатого изменяется переключателем *B6*. В зависимости от характера прослушиваемого музыкального произведения регулируют тембровую окраску звука на высоких частотах по фронту, добиваясь наибольшей объемности и естественности звучания При этом характер спектра в области низких частот не имеет существенного значения для формирования звуковой картины и проявляется лишь в изменении мягкости звучания, которая повышается с увеличением отдачи на низких частотах.

Далее включают тыловые громкоговорители и регуляторами тембра по тылу добиваются пространственного разделения звучания оркестровых музыкальных инструментов или голосов исполнителей по всей площади квадрата, образованного громкоговорителями. В некоторых случаях при замыкании выводов *3*, *4* через резистор *R36* (см. рис. 10) переключателем *B6* требуется подстройка баланса.

Режим «Стерео» включается нажатием кнопки переключателя *B3*. Регулятор громкости по тылу устанавливают в такое положение, при котором достаточно четко выражен стереоэффект по фронту. При этом звуковая картина характеризуется кажущимся расширением стереобазы

Режим «Квадра» включается переключателем *B9*. Желаемую громкость и тембр звучания устанавливают соответствующими регуляторами раздельно по фронту и тылу.

ВНЕШНИЕ ИСТОЧНИКИ ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЬНО-КОММУТАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА

Всеволновый АМ/ЧМ тьюнер

Одним из внешних устройств четырехканального усилителя является всеволновый АМ/ЧМ тьюнер, выполненный на базе переносного радиоприемника «Рига-103». Доработка радиоприемника сводится к установке дополнительного разъема, через который подается питание и осуществляется связь с усилителем.

На рис. 43 показана принципиальная схема детекторного каскада АМ и ЧМ трактов радиоприемника «Рига-103», в которой проведена доработка. С помощью переключателя *B1* (клавиша «УКВ») радиоприемник переключается с приема в диапазонах ДВ, СВ и КВ (АМ) на диапазон УКВ (ЧМ). При работе усилителя в режиме «Моно» сигнал звуковой частоты с подвижного контакта переключа-

теля *В1* через контакт *3* разъема *Ш1* поступает на вход усилителя.

В режиме «Стерео» сигнал подается на встроенный в усилитель стереодекодер через контакт *5* разъема *Ш1* непосредственно с точки соединения катушки связи частотного детектора *L3* и конденсатора *С5*, минуя цепь компенсации предыскажений *R5C7*. Для расширения полосы пропускания тракта ПЧ радиоприемника катушка *L1* частотного детектора шунтируется резистором 10—50 кОм (резистор *R10*).

Напряжение питания на тьюнер подается через контакты *1*, *4* разъема *Ш1*. Для этого цепь переключателя *В2* (клавиша «ВКЛ»)

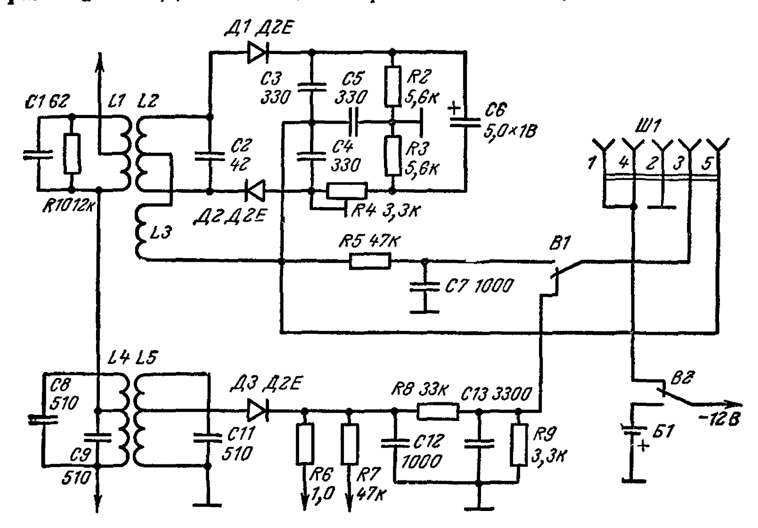


Рис. 43. Принципиальная схема подключения детекторного каскада АМ/ЧМ тьюнера к усилителю.

перекоммутируется таким образом, чтобы при выключении внутреннего источника питания радиоприемника (батарея *Б1*) включался внешний.

Для удобства пользования тьюнером можно ввести фиксированную настройку на шесть радиостанций в УКВ диапазоне, выбор которых осуществляется дистанционно с переключателя фиксированных настроек усилителя. Для этого в УКВ блок радиоприемника (рис. 44) вводятся цепи электронной настройки *С4*, *С5*, *Д1* и *С8*, *С9*, *Д3*, которые включаются с помощью контактов реле *Р1/1* и *Р1/2*. Реле *Р1* срабатывает автоматически при передаче на тьюнер напряжения питания от усилителя. Цепь *R2*, *R3*, *С12*, *R5*, *С13* выполняет роль фильтра для развязки взаимного влияния контуров, а также предотвращения возможности возникновения паразитной амплитудной модуляции УКВ тракта частотой 50 Гц через цепи питания.

Управляющие напряжения, соответствующие частотам принимаемых на УКВ диапазоне радиостанций, выделяются на резисторах *R6*—*R11*, переключаемых с помощью *В1* (переключатель *В1* находится в блоке радиоприемника с фиксированной настройкой).

Элементы цепей электронной настройки выбраны таким образом, чтобы при подаче управляющего напряжения перекрывался полностью радиовещательный участок УКВ диапазона. При этом начальная индуктивность контуров УКВ блока радиоприемника должна быть минимальной, что соответствует установке визира шкалы в крайнее левое положение (высокочастотный участок диапазона).

В качестве реле *Р1* в тьюнере применено реле РЭС-9 (паспорт РС4514.200), контактная пружина которого ослабляется для обеспечения надежного срабатывания при напряжении 10—11 В. Реле крепится к плате УКВ блока с помощью металлического угольника

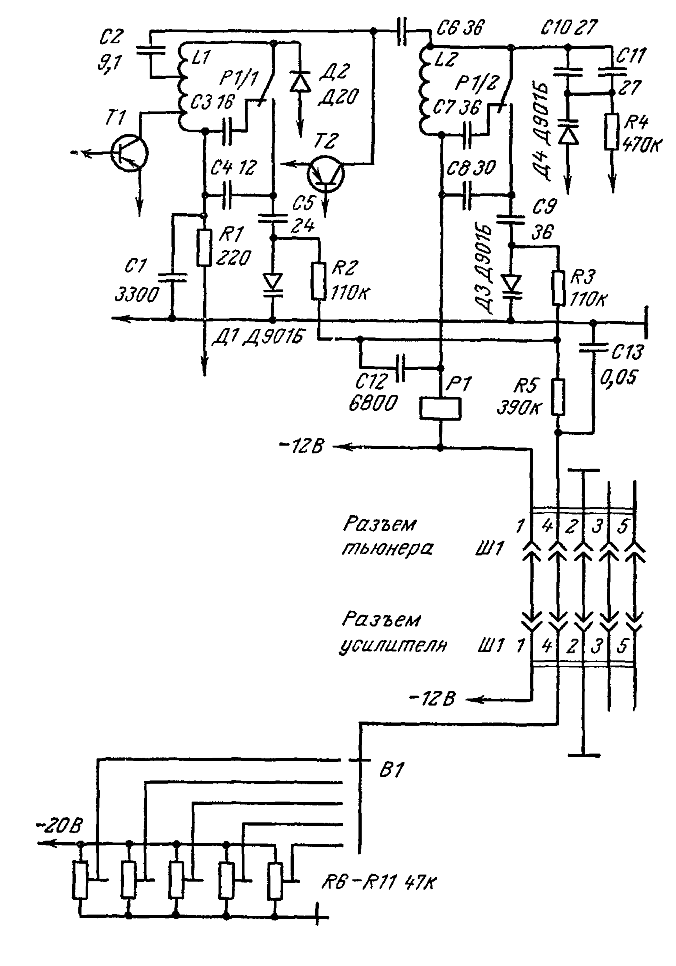


Рис. 44 Принципиальная схема электронного блока настройки.

в месте, обеспечивающем наиболее короткие соединительные провода. Все дополнительные детали цепей электронной настройки монтируются на жестких проволочных выводах конденсаторов, резисторов и реле. В защитном экране УКВ блока делают фигурный вырез по размерам электромагнитного реле.

После доработки УКВ блока необходимо провести его подстройку в автономном режиме (без подключения к усилителю), которая сводится к совмещению принимаемых частот на шкале радиоприемника. Эта операция может быть проведена без применения УКВ генератора на слух (по известным частотам принимаемых радиостанций). Подстраивают блок изменением положений подвижных сердечников катушек *L1* и *L2*, управляемых верньерным механизмом.

Далее тьюнер подключают к усилителю и, поочередно переключая кнопки переключателя *В1*, с помощью соответствующих переменных резисторов *R6—R11* производят настройку (фиксацию) на частоты принимаемых в УКВ диапазоне радиостанций. При этом цепь автоматической подстройки частоты гетеродина должна быть включена (клавиша «УКВ АП» отжата). Затем включают автоподстройку и проверяют правильность «захвата» радиостанций на всех выбранных фиксированных частотах.

После переделки радиоприемник «Рига-103» может использоваться как тьюнер в комплекте с четырехканальным усилителем, а также как автономный переносный радиоприемник с батарейным питанием. При этом сохраняются полностью его прежние технические и эксплуатационные характеристики.

Чтобы отключить питание на усилитель низкой частоты радиоприемника, необходимо задействовать свободную группу контактов *Р1* (на рис. 44 эта цепь не показана).

Аналогично могут быть доработаны серийные радиоприемники серии «Океан», «Спидола», «Меридиан» и др., имеющие близкое схемное исполнение УКВ ЧМ тракта. Однако для получения качественного стереоприемника на УКВ диапазоне необходимо использовать радиоприемник первого или высшего класса.

С этой же целью в качестве антенны тьюнера целесообразно использовать коллективную телевизионную антенну, выполнив ответвление с помощью распределительного телевизионного устройства типа РТУ-2.

Электропроигрывающее устройство

Электропроигрывающее устройство (ЭПУ) четырехканального усилителя выполнено на базе панели типа МС-13 фирмы «Тесла». Панель представляет собой трехскоростное полуавтоматическое устройство с ручной установкой звукоснимателя на край грампластинки, микролифтом быстрого подъема и замедленного опускания тонарма и механизмом автоматического возврата звукоснимателя при окончании записи или при принудительном останове. В тонарм установлена стереофоническая пьезоэлектрическая головка типа VK4302-Супрафон, имеющая частотный диапазон 30—16 000 Гц.

Для повышения качества воспроизведения грамзаписи ЭПУ дооборудовано усилителем, обеспечивающим необходимую частотную коррекцию характеристики записи.

Корректирующий усилитель (рис. 45) выполнен на транзисторах *Т1* и *Т2* с непосредственной связью, что позволило упростить схему и повысить ее термостабильность.

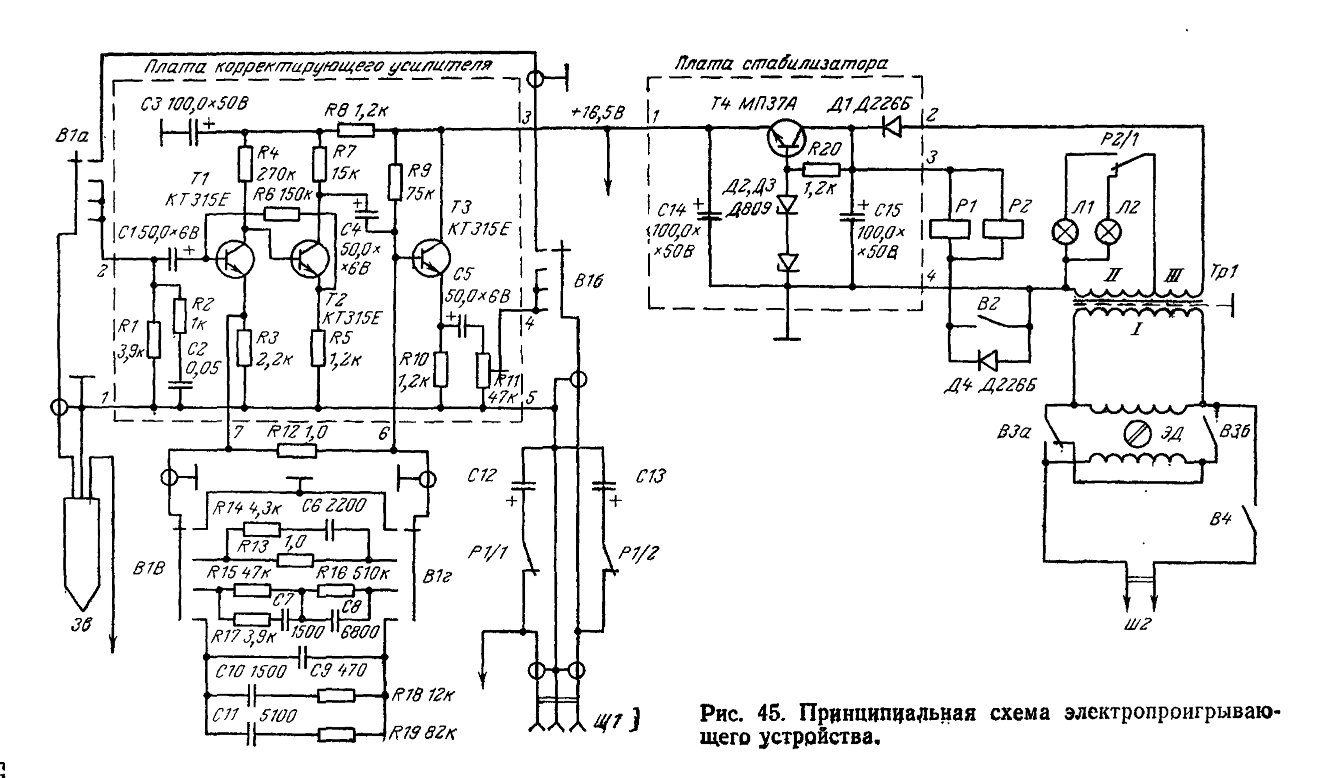


Рис. 45. Принципиальная схема электропроигрывающего устройства.

Стабилизация режимов усилительных каскадов осуществляется отрицательной обратной связью по току, подаваемой через резистор *R6* с эмиттера транзистора *T2* на базу транзистора *T1*. Для формирования необходимой частотной характеристики усилитель охвачен частотно-зависимой отрицательной обратной связью, напряжение которой снимается с коллектора транзистора *T2* и через элементы коррекции *R13—R17*, *C6—C8* или *R18*, *R19*, *C9—C11*, выбираемые переключателем *B1в* и *B1г*, подается в цепь эмиттера транзистора *T1*. Введение переключаемых элементов коррекции целесообразно при использовании грампластинок, выпущенных различными фирмами, в том числе и иностранного производства.

Входная цепь *R1*, *R2*, *C2* предназначена для коррекции частотной характеристики звукоснимателя.

Для уменьшения влияния нагрузки на амплитудно-частотную характеристику корректирующего усилителя каскад на транзисторе *T3* собран по схеме эмиттерного повторителя. Подключение ЭПУ к усилителю производится через разъем *Ш1* с помощью экранированного кабеля.

При установке движка переключателя *B1* в верхнее по схеме положение звукосниматель непосредственно подключается к четырехканальному усилителю, что часто бывает необходимо при прослушивании грампластинок старых выпусков.

Чувствительность корректирующего усилителя составляет приблизительно 10 мВ. Отношение сигнал/шум в каждом канале не менее — (68÷70) дБ. Амплитудно-частотная характеристика корректирующего усилителя соответствует табл. 4.

Таблица 4

Амплитудно-частотная характеристика корректирующего усилителя

f, Гц	31,5	40	63	100	200	315	500	630
$к/к_0$	1	0,94	0,79	0,55	0,32	0,22	0,18	0,15

Продолжение табл. 4

f, Гц	1000	2000	3150	5000	6300	1000	16 000
$к/к_0$	0,13	0,089	0,070	0,049	0,040	0,025	0,016

Напряжение питания +16,5 В на корректирующий усилитель подается от стабилизатора напряжения, собранного на транзисторе *T4*. Первичная обмотка трансформатора *Тр1* подключается к одной из катушек электродвигателя ЭПУ. Переключателем *B3* подается напряжение на электродвигатель ЭПУ (110 или 220 В).

Для сигнализации режима работы ЭПУ служат лампы *Л1* и *Л2*, управление которыми осуществляется с помощью реле *P1*, *P2* и блок-

контакта микролифта *В2*. Блок сигнализации работает следующим образом. При включении ЭПУ пусковой кнопкой (замыкаются контакты переключателя *В4*) напряжение 110 В подается на обмотку *I* трансформатора *Тр1*. С обмотки *II* трансформатора переменное напряжение 6,3 В через нормально замкнутые контакты реле *Р2/1* подается на лампу *Л1*. Свечение лампы *Л1* (красный цвет) сигнализирует о запуске электродвигателя ЭПУ.

После совмещения тонарма (иглы звукоснимателя) с началом дорожки грампластинки нажимается кнопка опускания микролифта. При этом замыкается выключатель *В2*, механически связанный с микролифтом, и срабатывает реле *Р1* и *Р2*. Контакты реле *Р2/1* переключают сигнальные лампы. Свечение лампы *Л2* (зеленый цвет) сигнализирует о воспроизведении грамзаписи. Одновременно размыкаются контакты реле *Р1/1* и *Р1/2* и выключается блокировка выхода корректирующего усилителя (конденсаторы *С12*, *С13*). В цепь блокировки включены электролитические конденсаторы большой емкости, которые ослабляют акустические щелчки, возникающие при переключении контактов реле *Р1*.

По окончании грамзаписи автоматически поднимается тонарм звукоснимателя, размыкается переключатель *В2* микролифта и блокируется выход усилителя, далее тонарм возвращается в исходное положение с одновременным выключением электродвигателя с помощью выключателя *В4* Сигнальные лампы *Л1* и *Л2* гаснут.

Наиболее ответственным этапом в регулировке ЭПУ является настройка корректирующего усилителя. Для этого на его вход (при отключенном звукоснимателе) от звукового генератора подается сигнал частотой 1000 Гц с амплитудой 3—5 мВ, которую плавно увеличивают до 25—30 мВ. При напряжении входного сигнала около 20 мВ должно наступить двухстороннее ограничение выходного сигнала, который контролируют с помощью осциллографа.

При появлении одностороннего ограничения необходимо подбирать сопротивление резистора *R6* Подбором сопротивления резистора *R3* устанавливается коэффициент усиления корректирующего усилителя около 110—120 при подаче на вход напряжения величиной 10 мВ. На время регулировки усилителя резисторы *R3* и *R6* целесообразно замкнуть переменными сопротивлениями соответственно 5 и 200 кОм. Окончательно корректирующий усилитель настраивают с использованием тест-пластинки фирмы «Мелодия» (измерительная стереофоническая частотная запись на 33 1/3ЭС-6640 $^1/_3$ по ГОСТ 5289-61). Для этого переключатель *В1* устанавливают в нижнее по схеме положение и подбирают элементы корректирующей цепи *R18*, *R19*, *С9—С11* так, чтобы получить линейную амплитудно-частотную характеристику выходного сигнала в рабочем диапазоне 40—16 000 Гц.

Аналогично с использованием тест-пластинок подбирают номиналы корректирующих цепей *R15—R17*, *С7*, *С8* и *R13*, *R14*, *С6* соответствующих стандартов.

Уровни выходных сигналов левого и правого каналов корректирующего усилителя выравнивают регулировкой переменным резистором *R11* (на рис. 45 показан только один стереоканал).

В ЭПУ использованы следующие детали: реле типа РЭС-9 (паспорт РС4514 200), сигнальные лампы 6,3 В×0,22 А, постоянные резисторы МЛТ, конденсаторы МБМ, К50-6, КЛС, КТ, подстроечные резисторы СПЗ-16, переключатель стандартов грампластинок *В1* от радиоприемника «Сокол-4».

Силовой трансформатор *Тр1* выполнен на магнитопроводе сечением 2,5 см². Первичная его обмотка содержит 1100 витков провода ПЭВ-1 0,09, обмотка *II* — 69 витков ПЭВ-1 0,35, обмотка *III* — 170 витков ПЭВ-1 0,11.

Конструктивно монтаж ЭПУ выполнен на двух печатных платах: плате двухканального усилителя и плате стабилизатора. Корректирующий усилитель заключен в экран из тонкой листовой меди, который электрически соединен в общей точке выводом *5* печатной платы. Детали элементов коррекции монтируются на монтажных планках и совместно с переключателем *В1* закрываются также медным экраном. Экранирующие оплетки соединительных проводов и жгутов припаивают к общей «земляной» точке только с одной стороны.

По аналогичной электрической схеме можно выполнить ЭПУ на базе отечественных панелей первого и второго классов. При этом, если тонарм укомплектован пьезоэлектрической головкой ГЗК-62М, в корректирующем усилителе не требуется вносить никаких изменений. При использовании электромагнитной головки ГЗМ-003 необходимо шунтирующую цепь *R1*, *R2*, *C2* заменить на цепь из последовательно включенных резистора сопротивлением 35—39 кОм и конденсатора емкостью 0,05 мкФ.

Кассетная магнитофонная приставка

Кассетная магнитофонная приставка четырехканального усилителя выполнена на базе промышленного магнитофона «Вильма-302-стерео», кинематическая схема которого переделана на двухмоторную конструкцию с целью повышения стабильности движения магнитофонной ленты и уменьшения коэффициента детонации.

В промышленном магнитофоне «Вильма-302-стерео» привод лентопротяжного механизма (рис. 46) осуществляется от мотор-трансформатора *1*. Вращение от шкива *2* через резиновый пассик *3* передается на маховик *4*, жестко укрепленный на оси ведущего вала. С маховиком фрикционно связан шкив *5*, с помощью которого через резиновый пассик *7* вращение передается на люфтующий паразитный ролик *8*, обеспечивающий ускоренную прямую или обратную перемотку ленты в кассете. Прижимный обрезиненный ролик *9* соприкасается с наружной поверхностью втулки шкива *5* и служит для привода узла подмотки ленты в режиме рабочего хода.

Таким образом, в режимах записи и воспроизведения полезная мощность мотор-трансформатора расходуется не только на вращение маховика, но и на холостое движение пассика и ролика *8*, которые совместно с фрикционом узла подмотки через ролик *9* создают значительные колебания угловой частоты вращения ведущего вала, что и обусловливает повышенную детонацию. Последнее проявляется в виде «плавания» звука, а также нечетком воспроизведении высокочастотного спектра записываемого сигнала за счет возникновения частотной модуляции.

В двухмоторной конструкции мотор-трансформатор используется только для привода в движение магнитной ленты, а вращение ролика *8* и прижимного ролика *9* осуществляется от дополнительного электродвигателя *15*.

Для этого с маховика снимается шкив с фрикционным механизмом и заменяется на шкив измененной конфигурации, свободно вращающийся на специальной втулке *6* и надетой на втулку-подшипник

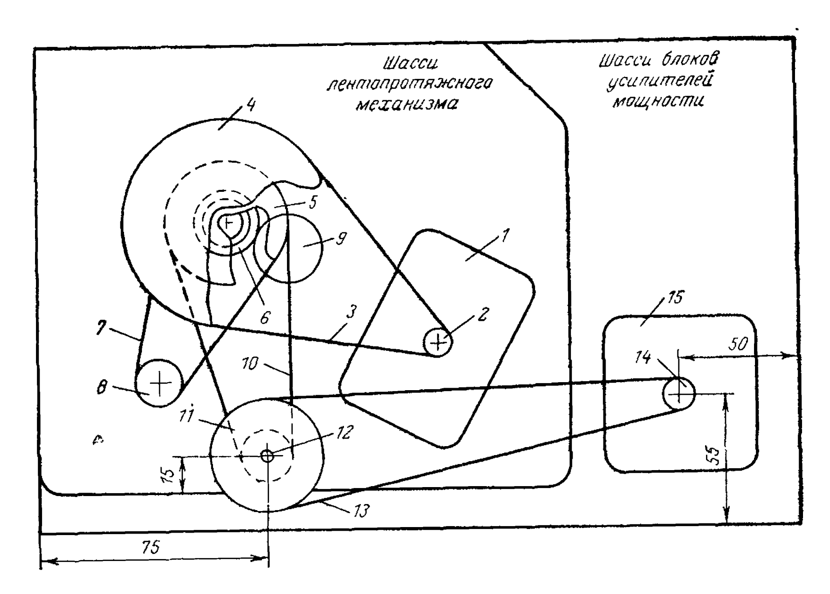


Рис. 46. Кинематическая схема магнитофонной приставки.

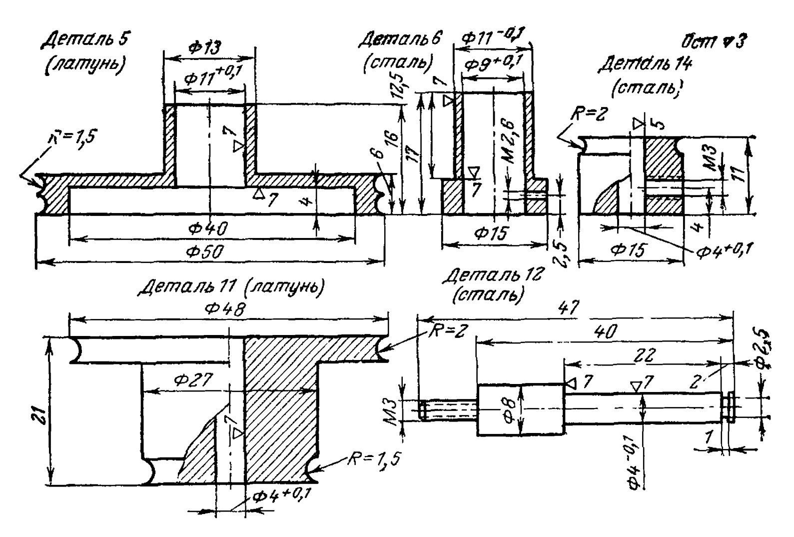


Рис. 47. Дополнительные детали магнитофонной приставки (М2 : 1).

ведущего вала магнитофона Вращение шкиву в этом случае будет передаваться от электродвигателя *15* с помощью резиновых пассиков *10* и *13* через промежуточные шкивы *14* и *11* Промежуточный шкив устанавливается на оси *12* Чертежи дополнительных деталей приведены на рис 47

Дополнительные детали не используются для привода в движение магнитной ленты, в связи с чем к ним не предъявляется особо жестких требований при изготовлении.

В качестве дополнительного использован электродвигатель типа АКД 2, обмотки которого перекоммутированы на напряжение 110 В. Напряжение для питания электродвигателя снимается с зажимов *3* и *4* мотор-трансформатора магнитофона (согласно заводской схеме) Пусковая обмотка дополнительного электродвигателя подключается через конденсатор типа МБГИ емкостью 1 мкФ на 200 В.

Перед установкой электродвигателя с шасси блоков усилителей мощности удаляются платы усилителей, а блок стабилизации напряжения питания универсальных усилителей монтируется на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм Из магнитофона также удаляются регуляторы тембра, громкости и стереобаланса Удаленные усилители мощности и переменные резисторы используются в конструкции четырехканального усилителя низкой частоты

Дополнительной причиной детонации может служить механизм привода барабанного счетчика метража магнитной ленты, который в ряде случаев можно отключить При этом ориентировочный контроль за количеством оставшейся магнитной ленты производится по условной шкале, находящейся в окне стандартной кассеты

Для хорошего прилегания магнитной ленты к головкам необходимо установить простейший прижим на подающем подкассетнике. Прижим изготовляется из фосфористой бронзы толщиной 0,15—0,20 мм, один конец которого припаивается к передвижной плате магнитных головок На другом конце прижима приклеивается полоска из фетра толщиной 1,5—2 мм, обеспечивающая легкое притормаживание диска подкассетника

Собранный лентопротяжный механизм начинает работать сразу и практически не требует регулировки Нужное направление вращения дополнительного электродвигателя устанавливается изменением фазы включения пусковой (конденсаторной) обмотки

Прижим регулируется изменением силы прижима пружины с таким расчетом, чтобы обеспечить надежное прилегание ленты к магнитным головкам без проскальзывания между прижимным роликом и ведущим валом Эту операцию удобно контролировать на слух при воспроизведении студийной записи по звуковой отдаче в области высоких частот Чрезмерное натяжение ленты сопровождается периодически появляющимся «плаванием» звука

Если есть необходимость использовать магнитофон «Вильма-302-стерео» автономно, то можно сохранить оконечные усилители, использовав в качестве дополнительного коллекторный малогабаритный электродвигатель Двигатель устанавливается на специальном кронштейне, который крепится к шасси магнитофона с использованием резиновых амортизаторов в месте расположения переключателя сети (последний можно удалить, переключив схему на напряжение 220 В) Ось электродвигателя должна быть перпендикулярна шасси. Электродвигатель питается напряжением 12 В от общего стабилизированного источника питания магнитофона.

Для уменьшения импульсных помех от коллектора электродвигателя его целесообразно зашунтировать конденсатором емкостью 1—2 мкФ (типа МБМ), подключив плюсовый провод к выпрямителю через диод Д222Б.

Магнитофонная приставка подключается к четырехканальному усилителю в режиме записи через входное гнездо с индексом «Радио». Для этого используются контакты *3* и *5*, которые соединяются с незаземленными выводами резисторов *R5* и *R6* магнитофона (согласно заводской схеме).

Эксперименты показывают, что полоса пропускания кассетной приставки может быть расширена до 45—12 500 Гц без переделки электрического тракта универсального усилителя магнитофона — только путем перестройки корректирующего контура на частоту 11,5 кГц. При использовании кассет с лентой из двуокиси хрома полоса пропускания расширяется в сторону высоких частот — до 13,5—14 кГц.

Слабым конструктивным элементом магнитофона «Вильма-302-стерео» является клавишный переключатель рода работы. Одной из чаще всего встречающихся в практике эксплуатации неполадок является поломка язычка пластмассовой клавиши, приводящей в движение переключающие элементы кинематической схемы, а также износ фиксатора клавиши. Для повышения эксплуатационной надежности пластмассовые клавиши заменены на металлические, выполненные из нержавеющей стали.

В любительских условиях можно рекомендовать усиление язычка и фиксатора клавиши пластинами из мягкой листовой стали толщиной 1,5—2 мм. Усиливающие пластины крепятся заклепками диаметром 1,5 мм.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ

Псевдоквадрафонические эффекты

В описанном варианте четырехканального усилителя сигналы на тыловые громкоговорители формируются по двум схемам: при нажатых кнопках «Моно» *В4* или «Псевдостерео» *В5* путем противофазной подачи сигналов на тыловые усилители мощности, сформированных на выходе трансформатора *Тр1* предварительного усилителя тыловых каналов, или при нажатой кнопке «Стерео» *В3* путем подачи на тыловые усилители мощности разностных противофазных сигналов левого и правого стереоканалов. Некоторое расширение возможностей усилителя в режиме «Псевдостерео» достигается изменением граничной частоты фазовращателя.

Принятые схемы формирователей псевдоквадраэффектов значительно увеличивают зону восприятия стереопрограммы и создают некоторую пространственную картину при прослушивании обычных монофонических записей.

Опыты с квадрафоническим усилителем показали, что путем несложной его доработки, которая в основном затрагивает изменение первоначальной коммутации блоков, замены блока тылового предусилителя на новый и введение дополнительных переключающих и сигнализирующих элементов можно значительно увеличить число возможных тембровых окрасок звучания в псевдоквадрафоническом режиме.

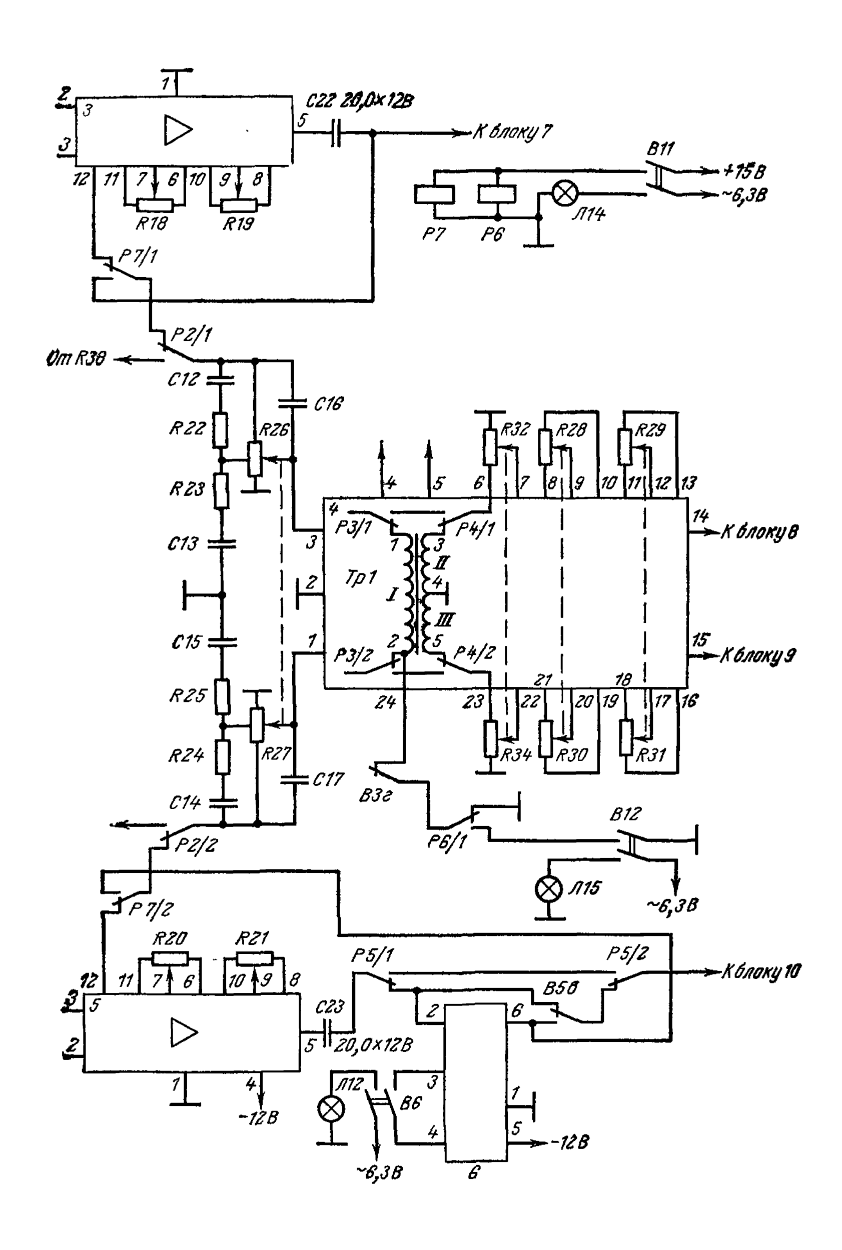


Рис. 48. Часть структурной схемы модернизированного усилителя.

На рис. 48 приведена часть принципиальной схемы усилителя, в которой изменена коммутация включения предварительного тылового усилителя *4*. В конструкцию вводятся новые детали: конденсаторы *С22*, *С23*, переключатели *В11*, *В12*, сигнальные лампы *Л14*, *Л15* и электромагнитные реле *Р6*, *Р7*.

Если кнопка *В11* не нажата (положение кнопки *В12* не имеет значения), входы усилителя *4* подключены к выходам *12* предварительных фронтальных усилителей *3* и *5*. Схемы формирования сигналов на фронтальные и тыловые громкоговорители в режимах «Моно», «Псевдостерео», «Стерео» и «Квадра» остаются идентичны принятым в усилителе первой конструкции.

При замыкании переключателя *В11* срабатывает реле *Р6*, *Р7* и входы усилителя *4* подключаются соответственно: правый канал — к выходу усилителя *3*, левый — к выходу усилителя *5* через блок фазовращателя *6*. При этом, если переключатель *В12* замкнут, нижний по схеме конец обмотки *I* трансформатора *Тр1* соединен с общим проводом и на тыловые громкоговорители в режиме «Моно» или «Псевдостерео» поступают противофазные сигналы. Однако тембр звучания тыловых громкоговорителей теперь будет зависеть от положения регуляторов тембра предварительного фронтального усилителя *3*. Это дает возможность одновременно изменять тембр звучания как фронтальных, так и тыловых громкоговорителей без дополнительных манипуляций темброблоком тыловых каналов.

Если переключатель *В12* разомкнуть, то на тыловые громкоговорители в режимах «Моно» и «Псевдостерео» будут поступать разностные сигналы, сформированные из сигнала правого канала и преобразованного в блоке *6* сигнала левого канала. Полученные по такой схеме формирования тыловых сигналов эффекты в режимах «Моно» и «Псевдостерео» дают две различные по характеру звуковые картины. Эти эффекты проявляются в некоторой дополнительной локализации по глубине и в диагональном перемещении звуковых источников в зависимости от их спектрального состава. Эти эффекты наиболее выразительны при прослушивании музыкальных инструментов с большим количеством обертонов (гитара, аккордеон, электроорган и др.).

В режиме «Стерео» сигнал левого канала поступает на тыловой предварительный усилитель *4* после блока фазовращателя *6*. При этом контакты *В3в* должны быть разомкнуты. Этот эффект позволяет значительно расширить зону стереоэффекта как по фронту, так и по глубине.

Режим «Квадра» по четырехканальной схеме реализуется, как и в первой конструкции, замыканием переключателя *В9* (на рис. 48 он не показан) и не зависит от положения дополнительных переключателей *В11* и *В12*.

В модернизированной конструкции предварительный тыловой усилитель целесообразно выполнить по схеме, приведенной на рис. 49. Первый каскад выполнен на транзисторе *Т1* (*Т2*) по схеме с общим эмиттером и имеет коэффициент усиления по напряжению около 15 дБ. Второй каскад собран по схеме эмиттерного повторителя на транзисторе *Т3* (*Т4*). Регуляторы баланса тыловых каналов *R32*, *R34* подключаются непосредственно ко вторичной обмотке трансформатора *Тр1*. Регуляторы тембра тыловых каналов собраны по обычной схеме. Переменные резисторы *R28*, *R30* регулируют амплитудно-частотную характеристику сигнала в области высоких частот, а резисторы *R29*, *R31* — в области низких. Каскад на транзис-

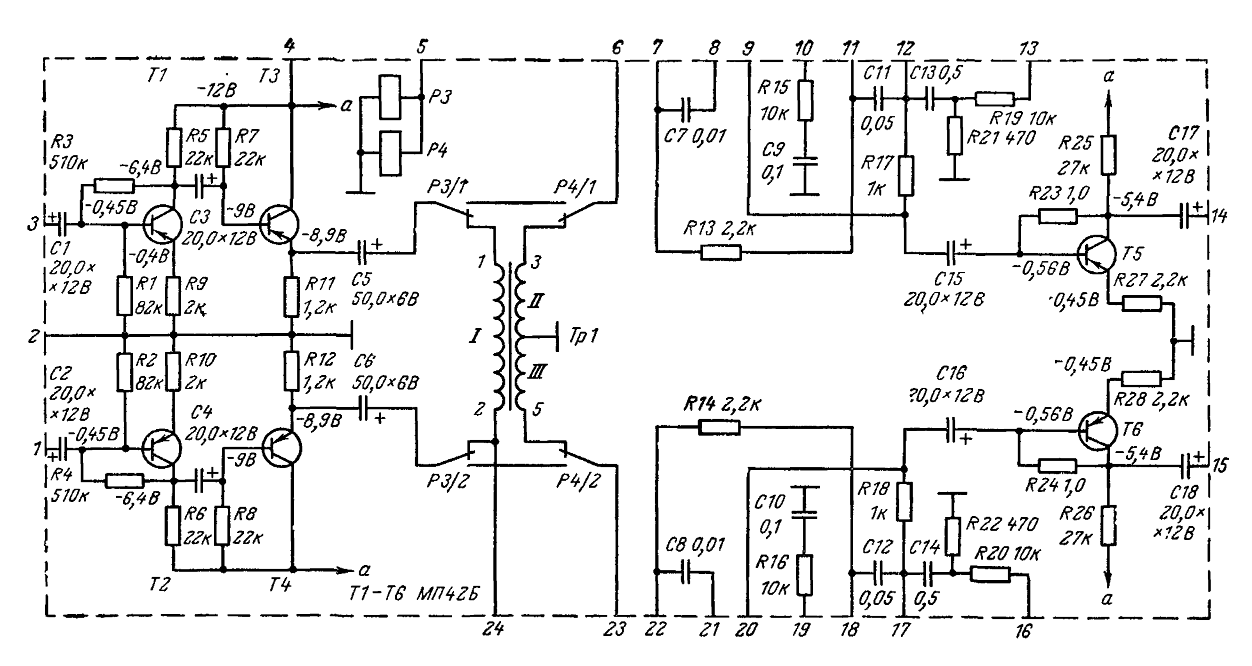


Рис. 49. Принципиальная схема модернизированного блока предварительных тыловых усилителей.

торе *Т5* (*Т6*) необходим для компенсации затухания, вносимого регуляторами тембра. Его коэффициент усиления по напряжению около 20 дБ.

В схеме используются следующие дополнительные детали: электромагнитные реле РЭС-9 (паспорт РС4514.200), сигнальные лампы 6,3 В×0,22 А, электролитические конденсаторы *С22*, *С23* фирмы «Тесла», а также трансформатор *Тр1* от магнитофона «Комета-206», в котором первичная обмотка уменьшена до 300 витков.

Дистанционное регулирование баланса

Интерьер жилой комнаты не всегда позволяет разместить четырехканальный усилитель в месте расположения слушателя. В этом случае затруднена точная установка баланса звучания.

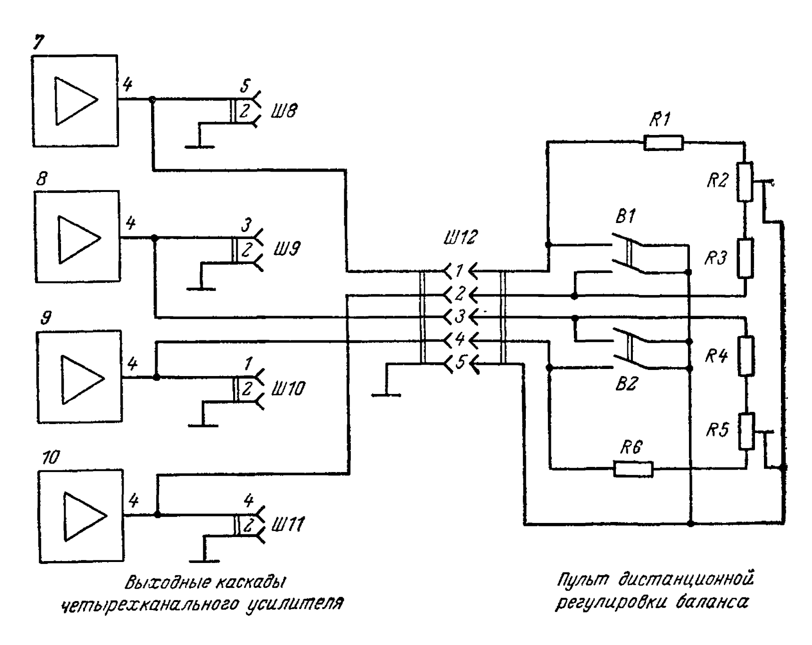


Рис. 50. Схема дистанционного регулирования баланса.

Для удобства эксплуатации усилителя в конструкцию можно ввести пульт дистанционного регулирования баланса, позволяющего изменять уровни выходных сигналов, подаваемых на громкоговорители. Электрическая схема пульта и его подключение к четырехканальному усилителю показаны на рис. 50. В усилитель устанавливается дополнительный разъем *Ш12* (типа СГ-5), контакты которого

подключаются к выходам усилителей мощности *7—10*. Баланс по фронту регулируется переменным резистором *R2*, по тылу — резистором *R5*. Резисторы *R1*, *R3—R5* служат для ограничения диапазона регулировки баланса.

С помощью кнопок *В1* и *В2* выходы фронтальных и тыловых усилителей мощности могут быть на некоторое время закорочены, что облегчает регулировку баланса на слух. Такую схему дистанционного регулирования баланса нельзя признать удачной. Целесообразно раздельную настройку фронтальных и тыловых каналов производить при закороченных входах соответственно тыловых и фронтальных усилителей мощности.

В пульте дистанционного регулирования баланса использованы проволочные резисторы следующих номиналов: *R1*, *R3*, *R4* и *R6* — по 5 Ом, *R2* и *R4* — по 15 Ом. Кнопки *В1* и *В2* изготовлены на базе стандартного модуля П2К (кнопки с независимой фиксацией).

Подключение пульта к усилителю осуществляется кабелем, изготовленным из монтажного провода сечением 0,75—1,0 мм. Длина кабеля не должна превышать 2,5—3 м. В противном случае увеличивается электрическое сопротивление его жил и при нажатии кнопок *В1* или *В2* не будут полностью пропадать сигналы соответствующих каналов.

Сенсорное переключение в усилителе

Большие эксплуатационные удобства создает введение сенсорной коммутации, что повышает надежность конструкции за счет исключения механических переключателей и позволяет простыми средствами решить задачу дистанционного управления усилителем.

Обычно в качестве исполнительных элементов в схемах сенсорного управления используют тиристоры и транзисторы.

Вместе с тем задачу сенсорного управления можно решить значительно проще, если использовать в качестве переключающих элементов обычные электромагнитные реле. Электромагнитные реле с

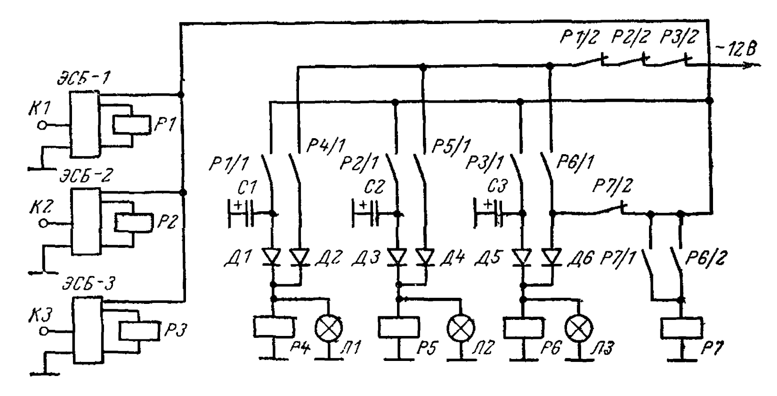


Рис. 51. Схема сенсорного переключателя на три положения.

малым количеством контактов на переключение устанавливаются вместо традиционных механических переключателей в местах наиболее коротких соединений коммутируемых цепей.

Схема простого сенсорного переключателя на три положения (эквивалент механического переключателя на три положения с независимой фиксацией) приведена на рис. 51. Рассмотрим его устройство и принцип действия.

Переключатель содержит три сенсорных датчика (*К1—К3*), три электронных сенсорных блока (*ЭСБ-1*, *ЭСБ 2* и *ЭСБ-3*) и блок исполнительных реле *Р4—Р7*.

Напряжение питания —12 В через нормально замкнутый контакт *Р7/2* и диод *Д6* поступает на обмотку реле *Р6*, которое срабатывает и блокируется контактами *Р6/1*. Контакты *Р6/2* замыкают цепь питания обмотки реле *Р7*, которое блокируется контактами *Р7/1*.

Реле *Р6* коммутирует сигнальные цепи усилителя в режиме монофонического воспроизведения.

Чтобы переключить усилитель на стереофоническое воспроизведение, необходимо пальцем дотронуться до сенсорного датчика *К2*. При этом сработает реле *Р2*, контакты *Р2/2* обесточат реле *Р6*, а контакты *Р6/1* вернутся в нормально разомкнутое состояние.

Одновременно замкнутся контакты *Р2/1* и напряжение питания через диод *Д3* поступит на обмотку реле *Р5*, контакты *Р5/1* замкнутся и подготовят цепь блокировки. Однако блокировка реле не произойдет, так как контакты *Р2/2* разорваны. После замыкания контактов *Р2/1* заряжается конденсатор *С2*.

При снятии пальца с датчика *К2* обесточится реле *Р2*, контакты *Р2/1* разомкнутся, но контакты *Р5/1* реле *Р5* будут удерживаться в притянутом состоянии в течение времени, которое будет определяться временем разряда конденсатора *С2* по цепи диод *Д3* — обмотка реле *Р5*. За это время вернутся в нормальное состояние контакты *Р2/2* и восстановится цепь питания обмотки реле *Р5*, которое своими контактами переключит усилитель в режим «Стерео».

Аналогично работает устройство при касании датчика *К1* (срабатывает реле *Р4*) или *К3* (реле *Р6*). Таким образом реле *Р4—Р6* являются исполнительными, обеспечивающими коммутацию функциональных блоков усилителя, а реле *Р7* используется только в момент подачи напряжения питания на сенсорное устройство. Лампы *Л1—Л3* сигнализируют о срабатывании сенсорного переключателя. Емкость конденсаторов *С1—С3* исполнительного блока выбирается равной 10 мкФ. Все используемые диоды типа Д226Б, а электромагнитные реле типа РЭС-9 (паспорт РС4514.200).

В данном четырехканальном усилителе целесообразно ввести блок переключения с четырьмя сенсорными для управления режимом работы усилителя («Моно», «Псевдостерео», «Стерео» и «Квадра»), заменив механические переключатели *В1*, *В3—В5* и *В9* (см. рис. 10).

Для двухпозиционного переключения «Запись—Воспроизведение» (переключатель *В2*), отключения фронтальных (*В7*) и тыловых каналов (*В8*) и переключения граничной частоты фазовращения (*В6*) используется более простой сенсорный блок (рис. 52) с одним исполнительном реле *Р3*. При касании сенсорного датчика *К1* срабатывает реле *Р1*, замыкаются контакты *Р1/1*, которые подают питание на реле *Р3*. При этом происходит блокировка этого реле своими контактами *Р3/1*. При снятии пальца с сенсорного датчика *К1* реле *Р3* остается под током.

Чтобы обесточить реле *Р3*, необходимо коснуться пальцем сенсорного датчика *К2*. При этом срабатывает реле *Р2* и контактами *Р2/1* разрывает цепь питания реле *Р3*.

Сигнальная лампа *Л1* зажигается в положении сенсорного переключателя, соответствующего работе сенсорного устройства ЭСБ-1. Для двухпозиционной сигнализации можно использовать дополнительную лампу, которая подключается к источнику питания с помощью нормально разомкнутых контактов реле *Р3*.

В качестве индикаторов также можно применить и светодиоды.

Теперь рассмотрим конструкцию непосредственно самого сенсорного устройства (*ЭБС*), являющегося общим элементом описанного типа сенсорного переключателя. В профессиональной аппаратуре

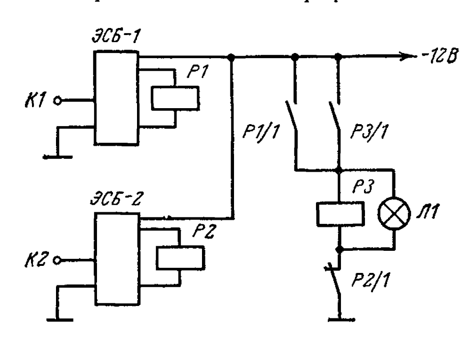


Рис. 52. Схема двухпозиционного сенсорного переключателя.

электронные сенсорные блоки обычно выполняются по схемам индуктивных или емкостных датчиков, имеющих одну рабочую сенсорную площадку. Сложность изготовления такого блока обусловливается необходимостью применения контуров и обеспечения устойчивой работы генератора.

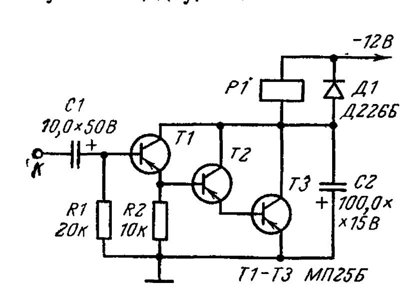


Рис. 53. Принципиальная схема ЭСБ.

На рис. 53 приведена схема простого сенсорного устройства, представляющая собой усилитель переменного тока, нагрузкой которого является обмотка электромагнитного реле *Р1*. Действие переключателя основано на том принципе, что тело человека, касающегося пальцем сенсорной кнопки *К1*, подвержено электромагнитным наводкам от бытовой электроаппаратуры, работающей от сети переменного тока. Чтобы устранить возможную вибрацию якоря реле от переменной составляющей, в схему вводится конденсатор *С2* большой емкости. Конденсатор *С1* предохраняет попадание постоянной составляющей на тело человека.

Настройка описанных здесь сенсорных переключателей не вызывает особых затруднений и сводится к подбору сопротивлений резистора *R2* для обеспечения надежного срабатывания реле.

Дистанционное управление сенсорными переключателями усилителя можно осуществить путем закорачивания нижнего (рис. 53) конца обмотки электромагнитного реле на общий провод. Для этой цели используется выносной пульт с кнопками без фиксации. Число кнопок соответствует числу сенсорных устройств. Выносной пульт удобно объединить с пультом дистанционного регулирования баланса. Очевидно, что в этом случае необходимо из схемы регулирования баланса (рис. 50) исключить кнопки *B1* и *B2*, функции которых будут выполнять переключатели *B7* и *B8* фронтальных и тыловых усилительных каналов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кононович Л. М.** Стереофоническое радиовещание. — М.: Связь, 1974.

2. **Емельянов Е. Д.** Современные системы звукопередачи. — М.: Знание, 1975.

3. **Бенин М. С., Подунов А. С.** Звукотехника. — М.: ДОСААФ, 1976.

4. **Фридрихсон Р.** Унифицированные радиолы и радиоприемники первого класса на полупроводниковых приборах. — Радио, 1967, № 11, с. 25—30.

5. **Рапопорт С.** «Виктория-001-стерео». — Радио, 1975 № 1, с. 31—36.

6. **Донцов Н.** Широкополосный стереофонический усилитель. — Радио, 1976, № 2, с. 38—39.

7. **Скляров В.** Малогабаритный стерео. — Радио, 1975 № 4, с. 32—33.

8. **Козлов И.** Любительский радиокомплекс. — Радио, 1975, № 12, с. 32—34.

9. **Пташенчук Ю.** Предварительный усилитель для электропроигрывателя. — Радио, 1972, № 2, с. 29—30.

10. **Микиртчан Г.** Предусилитель-корректор. — Радио, 1975, № 5, с. 30—31.

11. **Нови Б., Чуланов В.** **Тьюнер** «Рондо-101-стерео», — Радио, 1976, № 1, с. 36—38.

12. **Воробьев-Обухов А.** Псевдостереофония с помощью фазовращателя. — Радио, 1975, № 6, с. 40.

13. **Сумин С.** Устройство для получения псевдостереоэффекта.— Радио, 1975, № 2, с. 16.

14. **Псевдоквадрафоническая** приставка. — Радио, 1975, № 2, с. 60.

15. **Фортьер Г. У.** Псевдоквадрафония — из стереосигнала. — Радио, 1976, № 10, с. 30—31.

16. **Фишман В.** Псевдоквадрафоническая приставка. — Радио, 1976, № 11, с. 35.

17. **Козлов И.** Четырехканальный квадрафонический. — Радио, 1976, № 8, с. 34—38.

18. **Кононович Л.** Квадрафония — путь повышения качества звучания. — Радио, 1972, № 9, с. 36—37.

19. **Мосин А.** Любительский с шумоподавителем системы Долби. — Радио, 1976, № 11, с. 36—39.

20. **Михневич А. В.** Лентопротяжные механизмы. — М.: Энергия, 1971.

21. **Сесин А.** Переключатели П2К и П2КЛ. — Радио, 1976, № 11, с. 57—58.

СОДЕРЖАНИЕ

ИГОРЬ АЛЕКСАНДРОВИЧ КОЗЛОВ

Четырехканальное усилительно-коммутационное устройство

Редактор В. А. Грязнов
Редактор издательства Т. В. Жукова
Технический редактор Н. Н. Хотулева
Корректор Г. Г. Желтова
ИБ № 2125

Сдано в набор 19.05.80. Подписано в печать 12.09.80. Т-12493. Формат 84×108[1]/32. Бумага типографская № 2. Гарн. шрифта литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 3,78. Уч.-изд. л. 4,33.
Заказ № 386. Цена 35 к. Тираж 100 000 экз. доп.

Издательство «Энергия», 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли 600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

35 к.

